

## 理科综合能力测试参考答案和评分标准



### 生物

#### 1.【答案】D

【命题意图】考查生物学知识在生产实践中的应用,考查理解能力与综合应用能力,体现科学思维与社会责任。

【解析】依据群落的空间结构间行种植不同作物,能提高光能利用率,A项错误;环境容纳量受环境因素制约,池塘的资源有限,将食性不同的四大家鱼混养不能提高环境容纳量,B项错误;“桑基鱼塘”实现了能量的多级利用,能提高能量的利用率,不能提高能量传递效率,C项错误;同一块田地不同年份轮换种植不同作物属于轮作,不同作物对矿质营养元素的需求不同,轮作能提高对矿质营养元素的利用率,D项正确。

#### 2.【答案】C

【命题意图】考查肌肉细胞代谢,考查获取信息能力与理解能力,体现物质与能量观、稳态与平衡观。

【解析】一般情况,细胞中的ATP/ADP的比值在不同状态下是保持相对稳定的,肌肉收缩过程中细胞中的ATP/ADP的比值与静止时的相当,A项错误;肌糖原不能直接分解成葡萄糖,B项错误;剧烈运动后肌肉酸痛,细胞进行无氧呼吸,葡萄糖氧化分解释放的能量少,未释放的能量贮存在乳酸中,C项正确;由于缓冲物质的作用,剧烈运动后肌肉组织中乳酸的积累不会导致组织液pH不断降低,D项错误。

#### 3.【答案】D

【命题意图】考查细胞分化与细胞癌变,考查获取信息能力与理解能力,体现结构与功能观。

【解析】成熟黑色素细胞的形成主要是细胞分化过程,一般情况下该过程不会改变核遗传物质,A项错误;BRAF基因突变后,可能导致细胞周期失调引起癌变,敲除了P53基因,驱动突变后的BRAF基因表达,细胞多数发生癌变,由此可推知P53基因为抑癌基因,BRAF基因为原癌基因,依据原癌基因与抑癌基因的功能,B、C两项均错误;细胞癌变是多个原癌基因和抑癌基因发生突变的累积效应,D项正确。

#### 4.【答案】A

【命题意图】考查动物生命活动调节,考查获取信息能力与理解能力,体现稳态与平衡观和科学思维。

【解析】巨噬细胞攻击运动神经元而致其损伤,使人患ALS,许多过敏反应才具有明显的遗传倾向和个体差异,ALS不属于过敏反应,A项错误;通过胞吐方式大量释放兴奋性神经递质,与突触后膜的受体结合,可提高兴奋传递的效率,B项正确;兴奋性神经递质与肌肉细胞膜上的受体结合,钠离子内流,细胞膜内由负电位变为正电位,C项正确;C5a能与受体C5aR1结合,激活巨噬细胞,C5a的抗体能阻止C5a与受体C5aR1结合,使激活的巨噬细胞减少,D项正确。

#### 5.【答案】C

【命题意图】考查种间关系及生态系统,考查获取信息能力、理解能力和综合应用能力,体现稳态与平衡观、科学思维和社会价值。

【解析】好氧菌的代谢需要O<sub>2</sub>,藻类光合作用产生的O<sub>2</sub>可促进好氧菌的代谢,A项正确;细菌能提供CO<sub>2</sub>,CO<sub>2</sub>是藻类光合作用合成有机物的原料,B项正确;在菌-藻系统中,细菌与藻类之间存在一定的竞争关系,C项错误;与活性污泥相比,菌-藻系统处理污水的效率更高,D项正确。

6.【答案】B

【命题意图】考查遗传定律与伴性遗传,考查获取信息能力、理解能力和综合应用能力,体现科学思维。  
【解析】由“妻子患病丈夫正常的一对夫妇,他们的父亲均患该种遗传病,他们既生下了正常的儿女,也生下了患病的女儿”可以推知,该遗传病的遗传方式可能为常染色体显性遗传或常染色体隐性遗传或伴X染色体显性遗传,不可能为伴X染色体隐性遗传。显性遗传病在家族世代有连续性,A项正确;伴X染色体隐性遗传病的特点之一为男性患者多于女性患者,这对夫妇妻子患病丈夫正常,生下了正常的儿子,所以不是伴X染色体隐性遗传,B项错误;常染色体遗传病中,男女患病的概率相同,C项正确;伴X染色体显性遗传病的特点之一是女性患者多于男性患者,D项正确。

31.【答案】(10分)

(1)可以测平均值,排除个体差异对实验结果的干扰,减小实验误差(2分,写两项即2分,合理即可);使种子深埋土中,紫茎泽兰种子在黑暗条件下发芽率低,这样能有效控制紫茎泽兰种子萌发,从而防治其入侵(2分,合理即可)。

(2)紫茎泽兰光合作用提供植物生长所需的 $O_2$ 、有机物等(1分),紫茎泽兰光合作用制造的有机物量远大于呼吸作用消耗的有机物量,植株会迅速生长(1分)(共2分,合理即可);紫茎泽兰光合作用吸收 $CO_2$ 的量大于呼吸作用释放 $CO_2$ 的量(1分),使密闭小室中 $CO_2$ 浓度降低,光合速率也随之降低(1分)(共2分,合理即可)。

(3)紫茎泽兰种子发芽率高、入侵地气候适宜、没有天敌或天敌少,故紫茎泽兰种群个体数量会不断增加(2分,写两项即2分,合理即可)。

【命题意图】考查生物入侵、种子萌发、光合作用和种群数量变化等。考查获取信息能力、理解能力、综合应用能力和实验探究能力,体现科学思维与科学探究。

【解析】(1)多组重复实验可减小误差,各组中每一个温度条件下都设置3个培养皿的目的是排除个体差异对实验结果的干扰,减小实验误差。依据实验结果,紫茎泽兰种子在黑暗条件下发芽率比在全光照与弱光照时低,可有效控制紫茎泽兰种子萌发,从而防治其入侵,人们通常采用深耕翻土的方式,使种子埋在深土中,无光照,降低种子的发芽率。

(2)紫茎泽兰光合作用提供植物生长所需的 $O_2$ 、有机物等,紫茎泽兰光合作用制造的有机物量远大于呼吸作用消耗的有机物量,有机物积累多,植株会迅速生长。适宜条件下光照培养,密闭小室中植物光合速率下降的原因是密闭小室中 $CO_2$ 浓度降低,而 $CO_2$ 浓度降低与光合作用和呼吸作用有关。

(3)紫茎泽兰种子发芽率高、入侵地气候适宜、没有天敌或天敌少,出生率大于死亡率,紫茎泽兰种群个体数量会不断增加。

32.【答案】(9分)

(1)对根生长的促进作用已减弱,而对茎生长的促进作用仍在加强(3分,合理即可)。

(2)A(1分);C(1分);D(1分);E(1分)。

(3)植物向光性(2分)。

【命题意图】考查植物生命活动调节。考查获取信息能力、理解能力、综合应用能力和实验探究能力,体现科学思维与科学探究。

【解析】(1)据图可知,对根生长的促进作用已减弱,而对茎生长的促进作用仍在加强。

(2)据图可知,该植物激素最适于根、茎生长的浓度分别为A、C浓度,超过D点浓度时,会抑制根生长,超过E点浓度时,会抑制茎生长。

(3)科学家通过对植物向光性的研究发现了生长素。



33.【答案】(10分)

(1)随机(取样)(2分);记名计算法(1分);目测估计法(1分)(记名计算法和目测估计法交换顺序答也算对)。

(2)具有全球性、能在非生物环境与生物群落间循环流动、非生物环境中氮能被生物群落反复利用等(2分,写两项即2分,合理即可)。

(3)在添加水分的条件下,随着氮素添加水平的增加,草原植物群落物种丰富度逐渐减少;在不添加水分的条件下,随着氮素添加水平的增加,草原植物群落物种丰富度呈现先增加后减少的趋势(4分,合理即可)。

【命题意图】考查物种丰富度。考查获取信息能力、理解能力、综合应用能力和实验探究能力,体现科学思维与科学探究。

【解析】(1)采用样方法在取样时的关键是随机取样;土壤中小动物类群的丰富度的常用统计方法有记名计算法和目测估计法。

(2)具有全球性、能在非生物环境与生物群落间循环流动、非生物环境中氮能被生物群落反复利用等。

(3)通过分析表中数据,在添加水分的条件下,随着氮素添加水平的增加,草原植物群落物种丰富度逐渐减少;在不添加水分的条件下,随着氮素添加水平的增加,草原植物群落物种丰富度呈现先增加后减少的趋势。

34.【答案】(10分)

(1)AABBCCDDEE(1分);aabbccdde(1分)。

(2)白花(1分);2(1分)。

(3)分离定律和自由组合(或自由组合)(2分);不同杂交组合的 $F_2$ 中紫花个体占全部个体的比例分别为 $\frac{3}{4} = \left(\frac{3}{4}\right)^1$ 、 $\frac{9}{16} = \left(\frac{3}{4}\right)^2$ 、 $\frac{81}{256} = \left(\frac{3}{4}\right)^4$ 、 $\frac{243}{1024} = \left(\frac{3}{4}\right)^5$ 等,与 $n$ 对等位基因自由组合且完全显性时, $F_2$ 中显性个体的比例为 $\left(\frac{3}{4}\right)^n$ 一致(4分,合理即可)。

【命题意图】考查自由组合定律。考查获取信息能力、理解能力和综合应用能力,体现科学思维。

【解析】(1)由 $F_2$ 紫花的最小概率为 $\frac{243}{1024}$ 可以推出, $F_1$ 的基因型为AaBbCcDdEe,紫花亲本的基因型为AABBCCDDEE,白花亲本的基因型为aabbccdde。

(2)白花品系间杂交,若 $F_1$ 为白花,则不同白花亲本品系间必然有相同的成对隐性基因,无论自交多少代,后代均为白花。若 $F_1$ 为紫花,则白花亲本品系间有不同对的隐性基因,至少各有一对不同, $F_1$ 植株至少存在2对等位基因。

(3)不同杂交组合的 $F_2$ 中紫花个体占全部个体的比例分别为 $\frac{3}{4} = \left(\frac{3}{4}\right)^1$ 、 $\frac{9}{16} = \left(\frac{3}{4}\right)^2$ 、 $\frac{81}{256} = \left(\frac{3}{4}\right)^4$ 、 $\frac{243}{1024} = \left(\frac{3}{4}\right)^5$ 等,与 $n$ 对等位基因自由组合且完全显性时, $F_2$ 中显性个体的比例为 $\left(\frac{3}{4}\right)^n$ 一致,遵循自由组合定律。

35.【答案】(15分)

(1)提取细胞mRNA反转录(或逆转录)成多种cDNA,与载体连接后储存在受体菌群中(3分,合理即可)。

(2)将重组DNA分子导入受精卵(2分,合理即可)。

(3)结构简单、繁殖速度快、遗传物质少等(2分,写两项即2分);否(或没有)(2分);转化指的目的基因进

入受体细胞内,并在受体细胞内维持稳定和表达的过程(2分), $\text{Ca}^{2+}$ 处理使细胞处于能吸收周围环境中DNA分子状态的感受态细胞,目的基因未进入受体细胞(2分)(共4分,合理即可)。

(4)(胶原蛋白)基因(2分)。

【命题意图】考查基因工程。考查获取信息能力、理解能力和综合应用能力,体现科学思维和科学探究。

【解析】(1)cDNA文库的构建过程:提取细胞 mRNA 反转录(或逆转录)成多种 cDNA,与载体连接后储存在受体菌群中。

(2)获得重组 DNA 分子,将重组 DNA 分子导入受精卵,再将受精卵送入母体内,可获得转基因动物。

(3)微生物作为基因工程宿主细胞的优点有结构简单、繁殖速度快、遗传物质少等。 $\text{Ca}^{2+}$ 处理使细胞处于能吸收周围环境中 DNA 分子状态的感受态细胞,目的基因未进入受体细胞。

(4)蛋白质工程的目标要通过改造基因来实现。



## 化 学

7.【答案】B

【命题意图】综合考查实验安全事故处理的方法。

【解析】皮肤上沾有少量浓硫酸,要先用大量水冲洗后再涂抹小苏打溶液而不是纯碱,因为纯碱溶液碱性较强,具有较强的腐蚀性,故 B 错误。

8.【答案】C

【命题意图】考查离子反应的相关知识。

【解析】银作阴阳电极时,阳极应该是 Ag 放电,不会生成  $O_2$ ,故 A 错误;HCl 需要拆,故 B 错误;向氯化铁溶液中通入足量  $H_2S$  气体: $2Fe^{3+} + H_2S \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + S \downarrow + 2H^+$ ,故 C 正确;次氯酸钠过量,开始生成的  $H^+$  与  $ClO^-$  继续反应会生成 HClO,故 D 错误。

9.【答案】B

【命题意图】考查物质的结构与性质,元素周期律的应用。

【解析】由题目信息可推出 X、Y、Z、W 依次为 H、B、O、Na。过氧化氢中存在非极性键,故 A 错误;硼酸是一元弱酸,故 B 正确;随核电荷数的增加,W 所在主族的金属单质熔点应该逐渐降低,故 C 错误;简单氢化物的稳定性与非金属性强弱相关,应该是  $Z > Y$ ,故 D 错误。

10.【答案】B

【命题意图】考查有机化学基础知识。

【解析】由题目所给结构可知番木鳖酸可以发生加成、取代、氧化、消去等类型的反应,故 A 正确;1 mol 羟基或羧基均消耗 1 mol 钠生成 0.5 mol 氢气,所以 1 mol 该物质与足量的金属钠反应可以生成 3 mol  $H_2$ ,故 B 错误;由结构可知该物质的不饱和度为 5,而一个苯环的不饱和度为 4,所以该物质存在芳香族同分异构体,故 C 正确;由结构可知该物质的含氧官能团有羟基、羧基、醚键,故 D 正确。

11.【答案】A

【命题意图】考查化学基本实验知识和技能。

【解析】除去  $CO_2$  中含有的少量 HCl 属于常见的气体除杂,应该长进短出,箭头的通入方向反了,故 A 错误;碘在四氯化碳中的溶解度比在水中的溶解度大,且四氯化碳的密度比水大,故 B 正确;图 3 可用于除去碱式滴定管中的气泡,故 C 正确;逐滴加入  $AgNO_3$  溶液,若先出现黄色沉淀,说明  $K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$ ,故 D 正确。

12.【答案】D

【命题意图】考查电化学原理。

【解析】由题目信息可推出左侧为负极,右侧为正极。负极的电极反应式为  $Ag - e^- + Cl^- \rightleftharpoons AgCl$ ,故 A 正确;放电时,溶液中的  $H^+$  从左向右通过阳离子交换膜,故 B 正确;溶液中的钠离子和氢离子并未参与电极反应,故 C 正确;当电路中转移 0.01 mol  $e^-$  时,根据负极的电极反应式可推知左侧溶液减少 0.01 mol  $Cl^-$ ,因为构成闭合回路的要求,会有 0.01 mol  $H^+$  从左向右通过阳离子交换膜,所以阳离子交换膜左侧的溶液共约减少 0.02 mol 离子,故 D 错误。

13.【答案】A

【命题意图】考查溶液中离子浓度关系等知识。

【解析】用  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  NaOH 溶液滴定  $20 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$   $H_2A$  溶液,a 点溶液中溶质为  $H_2A$  和 NaHA,  $pH = 1.85 = pK_{a1}$ ,则  $c(H_2A) = c(HA^-)$ ,所加 NaOH 溶液的体积小于 10 mL,故 A 错误;题中所示各点对应的溶液均符合电荷守恒,故 B 正确;当加入 NaOH 溶液的体积为 80 mL 时,分别计算两者的浓度,  $c(OH^-) > c(A^{2-})$ ,故 C 正确;向  $H_2A$  溶液中滴加 NaOH 溶液,水的电离程度会越来越大,当刚好中和时(d 点),水的电离程度最大,故 D 正确。



27.【答案】(16分)

- (1)(球形)冷凝管(2分)  
 (2)防暴沸(2分);B(2分)。  
 (3)可以把反应生成的水分离出来,使平衡正向移动,从而提高产率(使油层回流到三颈烧瓶中)(2分,合理即可)。  
 (4)(玻璃塞处)涂抹凡士林(2分);上口倒出(2分)。  
 (5)洗去(50%)硫酸(防止其与后面加入的氯化钙反应生成微溶物硫酸钙)(2分)。  
 (6)77.4%(或0.774)(2分)。

【命题意图】考查化学实验基础知识。

【解析】(1)球形冷凝管的作用是冷凝回流,从而使反应物得到充分的反应。

(2)加入沸石的作用是防暴沸。如果加热一段时间后发现忘记加沸石,应该采取的正确操作是冷却后补加,而不能直接补加,否则会暴沸。

(3)该反应为可逆反应,根据平衡移动原理可知,移走产物,平衡正向移动,有利于提高产率。

(4)在本实验的分离过程中,产物的密度较小,所以是从分液漏斗的上口倒出。

(5)用水洗去硫酸。

(6)正丁醚的理论产量为  $\frac{12.5 \times 130}{74 \times 2} \approx 10.98 \text{ g}$ ,所以产率为  $\frac{8.5}{10.98} \times 100\% \approx 77.4\%$ 。

28.【答案】(14分)

- (1)锂离子从负极中脱出,经由电解质向正极移动并进入正极材料中(2分,合理即可)。  
 (2)升高温度、减小矿石的粒径、增大浸取液的浓度、不断搅拌等(2分,写对两项即2分); $\text{H}_2\text{O}$ (2分)。  
 (3)作还原剂(或将  $\text{Co}^{3+}$  还原为  $\text{Co}^{2+}$ )(2分,合理即可)。  
 (4)使反应速率增大,生成更多  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,防止生成胶体或者胶状沉淀,从而有利于沉淀的生成和分离(2分,合理即可)。  
 (5) $\text{Co}^{2+} + \text{NH}_3 + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CoCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ (2分)。  
 (6) $\text{Co}_3\text{O}_4$ (或  $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$ )(2分)。

【命题意图】考查分离提纯方法的应用、工艺流程原理的理解、反应条件的选择、化学平衡和热重曲线等。

【解析】(1)根据题中信息“有利于锂在正极回收”,结合原电池的工作原理、阳离子向正极移动分析即可。

(2)“正极碱浸”时发生的反应为  $2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ,其中水是氧化剂。

(3)钴的化合价由+3降到了+2,“酸浸”时用到的  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂(被氧化为氧气)。

(4)铝离子容易形成胶体或者胶状沉淀。

(5)结合流程图,利用原子守恒可知,钴离子可以与氨气以及碳酸氢根反应生成碳酸钴和铵根离子。

(6)二水合草酸钴受热先失去结晶水,再生成氧化物,所以C点应为钴的氧化物。根据原子守恒可知,36.6 g 二水合草酸钴中钴的物质的量为0.2 mol,钴的质量为11.8 g。16.06 g 钴的氧化物中氧的物质的量为  $\frac{16.06 - 11.8}{16} \approx 0.266 \text{ mol}$ ,所以C点剩余固体的钴氧比约为  $\frac{0.2}{0.266} \approx \frac{3}{4}$ ,即化学式为  $\text{Co}_3\text{O}_4$ 。

29.【答案】(13分)

- (1) $a - b + c$ (2分)。  
 (2)D(2分)。  
 (3)0.018(2分)。  
 (4)① $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ (2分);②3.2(2分)。  
 (5) $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ (3分)。

【命题意图】考查化学反应原理的相关知识。

【解析】(1)由盖斯定律可得,  $\Delta H_2 = (a - b + c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 使用催化剂不能改变平衡转化率, 所以 A、B 错误; 生成甲醇的反应放热, 升温平衡逆向移动, 所以 C 错误; 投料比不变, 增加反应物的浓度, 平衡正向移动, 平衡转化率增大, 所以 D 正确。

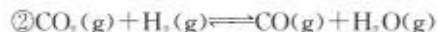
(3) 设开始时  $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$ ,  $n(\text{H}_2) = 2 \text{ mol}$ , 反应①中消耗了  $x \text{ mol CO}_2$  和  $3x \text{ mol H}_2$ , 反应②消耗了  $y \text{ mol CO}_2$  和  $y \text{ mol H}_2$ 。列三段式:



起始量/mol:

变化量/mol:  $x$   $3x$

平衡量/mol:



起始量/mol:

变化量/mol:  $y$   $y$

平衡量/mol:

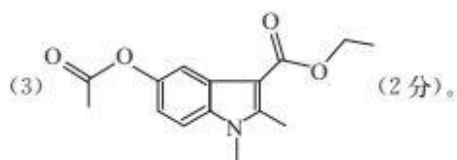
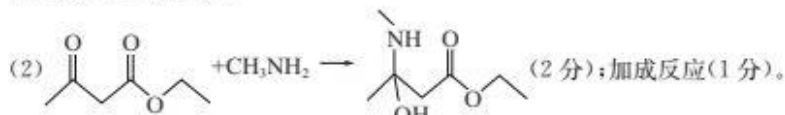
则由题目信息可知,  $x + y = 1 \times 30\% = 0.3$ ,  $3x + y = 2 \times 40\% = 0.8$ , 所以  $x = 0.25$ ,  $y = 0.05$ 。则最终体系中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量分别为  $1 - x - y = 0.7 \text{ mol}$ ,  $2 - 3x - y = 1.2 \text{ mol}$ ,  $y = 0.05 \text{ mol}$ ,  $x + y = 0.3 \text{ mol}$ 。由于反应②前后的气体分子数不变, 所以  $K_p$  可以用各组分的物质的量代替分压, 所以答案为  $\frac{0.05 \times 0.3}{0.7 \times 1.2} \approx 0.018$ 。

(4) 铅酸蓄电池充电时的阴极反应为  $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ , 当阴极质量减少  $28.8 \text{ g}$ , 即导线通过了  $0.6 \text{ mol e}^-$ 。结合 X 电极的电极反应式  $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$  可知消耗甲醇  $3.2 \text{ g}$ 。

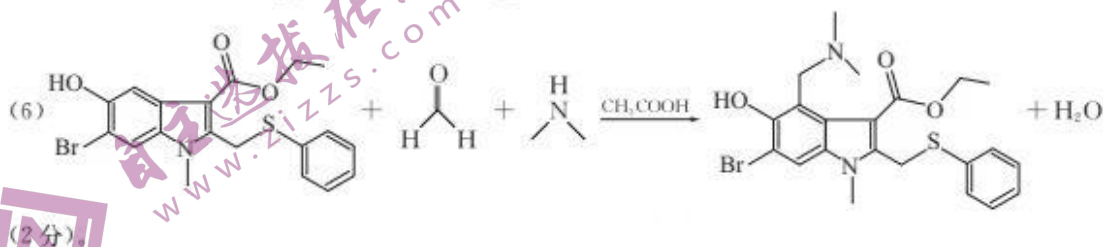
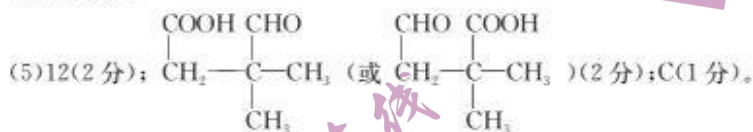
(5) 由题目信息可推知, 吸收液中碳酸钠和碳酸氢钠的物质的量比为  $1:1$ , 但结合电离平衡常数可知排序为  $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ 。

30. 【答案】(15 分)

(1)  $\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{NO}_3$  (1 分)。

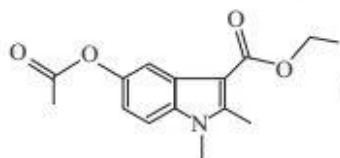


(4) 4 (2 分)。



【命题意图】以药物合成为背景考查有机化学基础知识,同时考查学生的证据推理能力和演绎创新能力。

【解析】A→B先发生加成反应生成醇羟基,醇羟基再发生消去反应生成B中的碳碳双键,B发生加成反应生成C,C在酸性条件下生成D,D与液溴反应生成E,根据C、E的结构简式可知D为



,E发生取代生成F,F→G发生取代反应。

(1)由已知结构可知C的分子式为 $C_{15}H_{15}NO_5$ 。

(2)结合A和B的结构简式以及第二步反应的化学方程式可推知,第一步发生了加成反应。

(3)略。

(4)E中含有一个苯环(最多可加成三个氢气)和一个碳碳双键(最多可加成一个氢气),所以1 mol E最多可以消耗4 mol  $H_2$ 。

(5)根据题目信息,可看作 $C_4H_{10}$ 中的两个H被一个 $-COOH$ 和一个 $-CHO$ 取代,其中正丁烷被取代有

8种,异丁烷被取代有4种,共12种。核磁共振氢谱有四组峰的为

$$\begin{array}{c} \text{COOH} \quad \text{CHO} \quad \quad \quad \text{CHO} \quad \text{COOH} \\ | \quad | \quad \quad \quad | \quad | \\ \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \quad \text{或} \quad \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ | \quad \quad \quad \quad \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$$

质谱仪的工作原理是电子轰击或其他方式使被测物质离子化,形成各种质荷比的离子,这几种物质的结构不同,断裂形成的离子也不同,故不选A;红外光谱仪可检测结构中的化学键种类,结构不同,其红外数据也不同,故不选B;同分异构体的元素组成相同,因此在元素分析仪上的数据完全相同,故选C;各个物质结构不同,结构中的氢原子也不同,因此在核磁共振仪上的数据也不会相同,故不选D。

(6)结合已知信息和原子守恒可以写出化学方程式。



物 理

14. 【答案】D

【解析】 $\alpha$  粒子是氦的原子核，因此不是质子流，选项 A 错误；实验结果说明占原子质量绝大部分的带正电的物质集中在很小的空间范围，选项 B 错误； $\alpha$  粒子发生大角度偏转是金箔中的带正电的原子核对  $\alpha$  粒子的库仑斥力引起的，选项 C 错误；为避免空气分子的影响，内部需要抽成真空，选项 D 正确。

15. 【答案】A

【解析】设波速为  $v$ ，波传到质点  $P$  用时  $t_1$ ，质点  $P$  第一次经过平衡位置向下运动所用时间为  $t_2$ ，波传到质点  $Q$  用时  $t_3$ ，质点  $Q$  振动时间为  $t_4$ ，则  $\lambda = vT$ ， $x_{tP} = l_1 = vt_1$ ， $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$ ， $x_{tQ} = l_2 = vt_3$ ， $t_4 = t_2 - t_3$ ，代入数据联立解得  $t_4 = 1.7 \text{ s} = 4 \frac{1}{4} T$ ，故质点  $Q$  在波峰处，选项 A 正确。

16. 【答案】D

【解析】当齿轮 1 逆时针匀速转动时，齿轮 5 也逆时针转动，选项 A 错误；所有齿轮边缘的线速度相同，齿轮 1 与齿轮 3 边缘具有相同的线速度，因为齿轮 1 与齿轮 3 半径相等，所以转速之比为 1:1，选项 B 错误；根据  $\frac{\omega_2}{\omega_5} = \frac{r_5}{r_2} = \frac{1}{3}$ ，所以  $\frac{\omega_2}{\omega_5} = \frac{\omega_2 r_2}{\omega_5 r_5} = \frac{1}{3}$ ，选项 C 错误； $\frac{\omega_2}{\omega_4} = \frac{r_4}{r_2} = \frac{5}{9}$ ，所以  $\frac{T_2}{T_4} = \frac{\omega_4}{\omega_2} = \frac{9}{5}$ ，选项 D 正确。

17. 【答案】D

【解析】带电粒子在磁场中运动的周期与所加交变电源的周期  $T_0$  相同，所以满足  $T_0 = \frac{2\pi m}{qB}$ ， $B = \frac{2\pi m}{qT_0}$ ，选项 A 错误；粒子从 D 形盒边缘射出时有  $\frac{1}{2}mv^2 = nU_0q$ ，射出速度可表示为  $v = \sqrt{\frac{2nqU_0}{m}}$ ，选项 B 错误；仅增大加速电压  $U_0$ ，质子射出速度大小不变，选项 C 错误；当加速氦核时，其在磁场中运动的周期为  $T = \frac{2\pi \cdot 3m}{qB'}$ ，其周期应该与  $T_0$  相同，又知道  $T_0 = \frac{2\pi m}{qB}$ ，可知  $B' = 3B$ ，需要增大所加磁场的磁感应强度，选项 D 正确。

18. 【答案】C

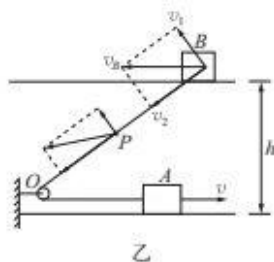
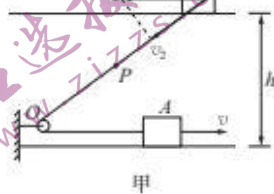
【解析】在线框的对角线  $bd$  进入磁场之前，线框中的感应电动势  $E = Blv = B \cdot vt \cdot v = Bv^2t$ ，感应电流  $i = \frac{E}{R} = \frac{Bv^2t}{R}$ ，由函数关系可知，电流随时间变化是线性关系，选项 A、B 均错误；在线框的对角线  $bd$  进入磁场之前，线框所受安培力  $F = \sqrt{2}Bi \cdot vt = \frac{\sqrt{2}B^2v^3t^2}{R}$ ，当线框的对角线  $bd$  进入磁场之后，线框所受安培力  $F = \frac{\sqrt{2}B^2(l-vt')^2v}{R}$ ，由函数关系可知，选项 C 正确，选项 D 错误。

19. 【答案】BC

【解析】频闪照相的时间间隔  $T = \frac{1}{f} = 0.2 \text{ s}$ ，题图中所有位置曝光两次，所以  $d$  点到竖直上抛的最高点的时间间隔为  $t = \frac{T}{2}$ ，所以从最高点开始至下落到  $b$  点经历的时间为  $t_b = t + 2T = \frac{5}{2}T = 0.5 \text{ s}$ ，过  $b$  点时的速度为  $v_b = gt_b = 5 \text{ m/s}$ ，选项 A 错误；从最高点下落到  $a$  点经历的时间为  $t_a = t + 3T = \frac{7}{2}T = 0.7 \text{ s}$ ，所以  $a$  点距竖直上抛的最高点的距离为  $h_a = \frac{1}{2}gt_a^2 = 2.45 \text{ m}$ ，选项 B 正确；初速度为 0 的匀加速度直线运动，在连续相同时间内的位移之比为 1:3:5:7:9:11:13……，若从最高点至  $a$  点分为 7 个相同的时间间隔，每个间隔为 0.1 s，满足  $l_1:l_2:l_3 = (13+11):(9+7):(5+3) = 3:2:1$ ，选项 C 正确，选项 D 错误。

20. 【答案】AC

【解析】将物体 B 的速度分解到沿绳和垂直于绳方向如图甲所示，在轨道间的绳子与轨道成  $45^\circ$  角的瞬间， $v_2 = v$ ， $v_1 = v \tan 45^\circ$ ， $v_B = \frac{v}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}v$ ，选项 A 正确；绳子 BO 段一方面向 O 点以速度  $v$  收缩，另一方面绕 O 点逆时针转动，在轨道间的绳子与轨道成  $45^\circ$  角的瞬间，其角速度  $\omega = \frac{v_1}{l_{(BE)}} = \frac{v}{l_{(BE)}}$ ，P 点既有沿绳子斜向下的速度  $v$ ，又有垂直于绳子斜向上的转动的线速度  $v' = \omega \cdot \frac{1}{2}l_{(BE)} = \frac{1}{2}v$ ，P 点的合速度即小水滴 P 的速度为  $v_P = \sqrt{v^2 + v'^2} = \sqrt{v^2 + \left(\frac{v}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}v$ ，选项 D 错误；P 点沿绳的分速度与物体 B 沿绳的分速度相同，垂直于绳的分速度小于物体 B 垂直于绳的分速度，物体 B 的合速度水平向左，则小水滴 P 的合速度斜向下，如图乙所示，故水滴做斜抛运动，选项 B 错误；当轻绳 OB 与水平轨道成  $90^\circ$  角时，物体 B 沿绳方向的分速度为 0，物体 A 的速度为 0，物体运动过程中，物体 A、B 组成的系统机械能守恒，从题图位置到轻绳 OB 与水平轨道成  $90^\circ$  角时，根据机械能守恒定律得： $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 = E_{kB}$ ，解得  $E_{kB} = \frac{3}{2}mv^2$ ，选项 C 正确。



21. 【答案】ACD

【解析】粒子 a 水平向右射入从 B 点射出，必定向上偏转，又因为虚线处磁场方向向里，作出粒子的运动轨迹，结合左手定则可知：粒子 a 带正电，粒子 b 带负电，选项 A 正确；由题图可知， $qv_1B = \frac{mv_1^2}{r_1}$ ， $r_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}L$ ，得  $v_1 = \frac{\sqrt{2}qBL}{2m}$ ，且  $t_1 = \frac{1}{4}T_1 = \frac{\pi m}{2qB}$ ，而粒子 b 在上面磁场中的轨迹半径为  $r_2 = \frac{mv_2}{qB}$ ，在下面磁场中的轨迹半径为  $r'_2 = \frac{mv_2}{q \cdot 2B}$ ，若粒子 b 从上面到 C 点： $nr_2 + nr'_2 = \sqrt{2}L$ ，即  $n \cdot \frac{mv_2}{qB} + n \cdot \frac{mv_2}{q \cdot 2B} = \sqrt{2}L$ ，得  $v_2 = \frac{2\sqrt{2}qBL}{3nm}$ ， $t_2 = n \cdot \frac{1}{6}T_2 + n \cdot \frac{1}{6}T'_2 = \frac{n\pi m}{2qB}$ （其中  $n=1, 2, 3, \dots$ ），所以  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}qBL}{2m} \cdot \frac{3nm}{2\sqrt{2}qBL} = \frac{3n}{4}$ ，可知当  $n=4$  时  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$ ，选项 C 正确；但  $\frac{v_1}{v_2} \neq \frac{1}{2}$ ， $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\pi m}{2qB} \cdot \frac{2qB}{n\pi m} = \frac{1}{n}$ ，当  $n=1$  时  $\frac{t_1}{t_2} = 1$ ，当  $n=2$  时  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{1}{2}$ ，可见  $\frac{t_1}{t_2} \neq \frac{3}{4}$ ，若 b 粒子从下面到 C 点： $(n-1)r_2 + nr'_2 = \sqrt{2}L$ ，即  $(n-1) \cdot \frac{mv_2}{qB} + n \cdot \frac{mv_2}{q \cdot 2B} = \sqrt{2}L$ ，得  $v_2 = \frac{2\sqrt{2}qBL}{(3n-2)m}$ ， $t_2 = (n-1) \cdot \frac{1}{6}T_2 + n \cdot \frac{1}{6}T'_2 = \frac{(3n-2)\pi m}{6qB}$ （其中  $n=1, 2, 3, \dots$ ），所以  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}qBL}{2m} \cdot \frac{(3n-2)m}{2\sqrt{2}qBL} = \frac{3n-2}{4}$ ，可知亦有  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$ ，选项 B 错误； $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\pi m}{2qB} \cdot \frac{6qB}{(3n-2)\pi m} = \frac{3}{3n-2}$ ，当  $n=1$  时  $\frac{t_1}{t_2} = 3$ ，当  $n=2$  时  $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{4}$ ，选项 D 正确。

22. 【答案】(1)C(2分)；(2)1.1(2分)；(3) $\frac{mg}{2} - \frac{ma}{4}$ (3分，答案正确、形式不同均可得分)

【解析】(1)实验中以重物为研究对象验证牛顿第二定律，故无需平衡长木板对小车的摩擦力，A 错误；绳子中的拉力大小可由弹簧秤的示数直接读出，B 错误；要使弹簧秤的示数稳定，需调节滑轮的高度，使细线与长木板平行，C 正确；为了完整地记录运动过程，应先接通电源，后释放小车，D 错误。



(2) 小车的加速度  $a = \frac{(4.76 + 3.66) - (2.55 + 1.44)}{(2 \times 0.1)^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 1.11 \text{ m/s}^2$ .

(3) 由题图 1 可知, 弹簧秤的示数等于绳子的拉力, 且小车加速度为重物的两倍, 则有  $mg - 2F = \frac{ma}{2}$ , 得  $F = \frac{mg}{2} - \frac{ma}{4}$ .

23. 【答案】(2) 6.0 (1 分), 1.5 (1 分); (3) 2.5 (2 分), 20 (2 分), 均匀 (3 分); (4) 偏小 (2 分)

【解析】(2) 根据闭合电路的欧姆定律可得:  $E = U + Ir$ , 解得:  $U = E - rI$ ,  $U-I$  图线与纵轴交点表示电动势, 图线斜率绝对值表示内阻, 可得:  $E = 6.0 \text{ V}$ ,  $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = 1.5 \Omega$ .

(3) 电压表达到满偏  $U_g = 5 \text{ V}$  时, 设滑动变阻器  $R$  接入电路的阻值为  $R_x$ , 根据闭合电路的欧姆定律可得  $\frac{E}{R_0 + r + R_x} = \frac{U_g}{R_0}$ , 解得  $R_x = 2.5 \Omega$ ; 由平衡条件可得  $kl = mg$ , 其中  $l = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ , 解得  $m = 20 \text{ kg}$ ; 因为电压表示数与弹簧形变量成正比, 被测物的质量也与弹簧形变量成正比, 所以将该电压表改装成测量物体质量的仪器, 则质量刻度是均匀的.

(4) 直流电源使用较长时间后, 电动势  $E$  减小, 内阻  $r$  增大, 电路中电流偏小, 当右端点  $P$  处于相同位置时, 电压表示数较小, 改装成的测量物体质量的仪器的示数与被测物的质量的真实值相比偏小.

24. 【答案】(1)  $2 \text{ m/s}^2$ ; (2 分) (2)  $n = 19$  (8 分)

【解析】(1) 滑块 1 与挡板  $P$  碰撞前, 各滑块均受到水平向右的滑动摩擦力一起向右加速, 长木板向右减速, 对滑块 1 列牛顿第二定律:  $\mu mg = ma_1$  ..... 1 分

得  $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$  ..... 1 分

(2) 设相邻滑块间的距离为  $L$ , 滑块 1 与挡板  $P$  碰撞时, 所有滑块都相对板向左运动了  $L$ , 此碰撞动量守恒, 即:

$mv_1 + mv_{\text{板}} = mv'_1 + mv'_{\text{板}}$  ..... 1 分

$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_{\text{板}}^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}mv_{\text{板}}'^2$  ..... 1 分

解得  $v'_1 = v_{\text{板}}$ ,  $v'_{\text{板}} = v_1$ , 即碰后长木板与滑块 1 速度交换。 ..... 1 分

碰后长木板与其余各滑块共速, 且一起向右加速, 滑块 1 向右减速直到与滑块 2 相碰, 再与滑块 2 交换速度, 以此类推当滑块  $n$  碰后向右减速。其余滑块与长木板一起加速, 直到滑块  $n$  到长木板右边缘时共速, 由全程动量守恒与能量守恒得:

$mv_0 = (m + nm)v_{\text{共}}$  ..... 1 分

$Q = n \cdot \mu mgL + \mu mg \cdot nL = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + nm)v_{\text{共}}^2$  ..... 2 分

$d = nL$  ..... 1 分

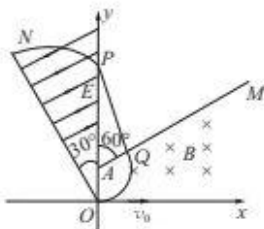
解得  $n = 19$  ..... 1 分

25. 【答案】(1)  $\frac{3mv_0}{qL}$ ; (4 分) (2)  $\frac{(2\pi + 3\sqrt{3} + 9)L}{9\mu_0}$  (10 分)

【解析】(1) 粒子以速度  $v_0$  从坐标原点  $O$  沿  $x$  轴正方向射向磁场, 经磁场偏转后垂直于  $AM$  射出磁场, 作出粒子在磁场中的轨迹如图所示,  $A$  点为粒子轨迹的圆心,  $AO$  和  $AQ$  为轨迹半径, 设为  $r$ , 根据几何关系  $OP = AO + AP =$

$AO + \frac{AQ}{\cos 60^\circ} = r + 2r = 3r$ ,  $P$  点的坐标为  $(0, L)$ , 则粒子轨迹半径为

$r = \frac{L}{3}$  ..... 2 分





带电粒子在磁场中运动洛伦兹力提供向心力,有  $qv_0B = \frac{mv_0^2}{r}$  .....1分

解得匀强磁场磁感应强度的大小  $B = \frac{3mv_0}{qL}$  .....1分

(2)带电粒子在磁场中运动的周期为  $T = \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi L}{3v_0}$  .....1分

根据几何关系可得带电粒子在磁场中运动的圆心角为  $120^\circ$ ,则在磁场中运动的时间为

$t_1 = \frac{120^\circ}{360^\circ} T = \frac{2\pi L}{9v_0}$  .....1分

射出磁场后至进入电场之前做匀速直线运动,根据几何关系可得  $QP = \frac{\sqrt{3}L}{3}$  .....1分

运动时间  $t_2 = \frac{QP}{v_0} = \frac{\sqrt{3}L}{3v_0}$  .....1分

带电粒子垂直于电场方向进入,在电场中做类平抛运动

根据牛顿第二定律  $qE = ma$  .....1分

根据几何关系可得带电粒子在沿电场方向的位移为  $\frac{L}{2}$ ,在沿电场方向有  $\frac{L}{2} = \frac{1}{2}at_3^2$  .....1分

电场强度大小为  $E = \frac{mv_0^2}{qL}$  .....1分

以上各式联立解得  $t_3 = \frac{L}{v_0}$  .....1分

粒子从  $O$  点进入磁场到打到荧光屏  $ON$  经历的时间  $t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{(2\pi + 3\sqrt{3} + 9)L}{9v_0}$  .....2分

26.【答案】(1)  $E_0 = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}$ ,  $y = \frac{\sqrt{3}}{2}l$ ; (7分) (2)  $\frac{E'}{E_0} = 4$ ; (4分)

(3)  $\frac{l}{8v_0} < t < \frac{9l}{64v_0}$ ,  $-\frac{\sqrt{3}l}{16} < y < 0$  (9分)

【解析】(1)粒子  $P$  在电场中做类平抛运动,将粒子  $P$  运动到  $M$  点时的速度正交分解,其沿  $x$  轴方向的上分速度为  $v_0$ ,根据勾股定理其沿  $y$  轴方向的分速度  $v_y = \sqrt{(2v_0)^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0$  .....1分

粒子  $P$  在电场中的加速度  $a = \frac{qE_0}{m}$  .....1分

$\sqrt{3}v_0 = at$  .....1分

$l = v_0t$  .....1分

$y = \frac{1}{2}at^2$  .....1分

联立可得:  $E_0 = \frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}$  .....1分

$y_M = y = \frac{\sqrt{3}}{2}l$  .....1分

(2)换成交变电场后,粒子  $P$  运动至  $M$  点的运动时间仍为  $t = \frac{l}{v_0}$ ,结合题图 2 可知,交变电场在此期间经历了两个周期,粒子  $P$  沿  $y$  轴的分速度随时间变化的  $v-t$  图像如图甲所示,所以整个运动过程其在  $y$  轴方向运动的距离为

$y = 4 \cdot \frac{1}{2} \frac{qE'}{m} \left(\frac{t}{2}\right)^2$  .....2分

又知道  $y = \frac{\sqrt{3}}{2}l$ , 可解得:  $E' = \frac{4\sqrt{3}mv_0^2}{ql}$  .....1分

$$\frac{E'}{E_0} = 4 \quad \text{.....1分}$$

(3) 设  $t_x$  时刻发射出的粒子  $P$  恰好能运动至虚线  $y = \frac{\sqrt{3}l}{16}$ , 结合粒子  $P$  沿  $y$  轴的分速度随时间变化的  $v_y-t$  图像如图乙所示, 根据匀变速运动规律可知

$$\frac{\sqrt{3}l}{16} = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{qE'}{m} \left( \frac{l}{4v_0} - t_x \right)^2 \quad \text{.....2分}$$

$$\text{可解得: } t_x = \frac{l}{8v_0} \quad \text{.....1分}$$

由图乙可知在  $t_x$  时刻射出的粒子  $P$  最终打在挡板上时的纵坐标为  $y_1 = 0$ 。

设  $t'_x$  时刻发射出的粒子  $P$  恰好能运动至虚线  $y = -\frac{\sqrt{3}l}{16}$ , 结合运动图像如图丙所示, 根据匀变速运动规律有

$$\frac{\sqrt{3}l}{16} = 2 \left[ 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{qE'}{m} t'_x - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{qE'}{m} \left( \frac{l}{4v_0} - t'_x \right)^2 \right] \quad \text{.....2分}$$

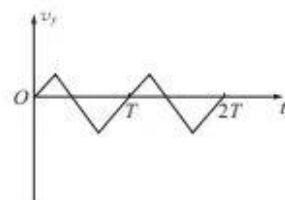
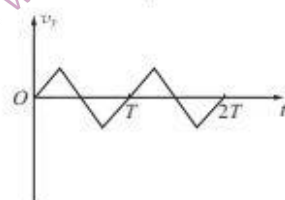
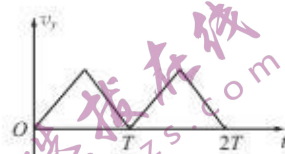
$$\text{解得: } t'_x = \frac{9l}{64v_0} \quad \text{.....1分}$$

由图丙可知在  $t'_x$  时刻射出的粒子  $P$  最终打在挡板上时的纵坐标为  $y_2 = -\frac{\sqrt{3}l}{16}$  .....1分

$$\frac{\sqrt{3}l}{16} \quad \text{.....1分}$$

综上所述, 在  $\frac{l}{8v_0} < t < \frac{9l}{64v_0}$  时间范围内射出的粒子  $P$  运动轨迹始终在题图 3 中两虚线之间。 .....1分

这些粒子落在挡板上范围为  $-\frac{\sqrt{3}l}{16} < y < 0$  .....1分



## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：[zizzsw](https://www.zizzs.com)。



微信搜一搜

自主选拔在线