

### 1. D 【命题点】有丝分裂各个时期的特点以及 DNA、染色体、染色单体的数量变化

【解析】果蝇体细胞进行有丝分裂时,在间期进行 DNA 的半保留复制,导致核 DNA 数量加倍,复制前 8 条染色体共含有 8 个 DNA 分子,复制后共有 16 个 DNA 分子, **A 正确**;在有丝分裂前期,每条染色体由 2 条染色单体组成,含有 2 个 DNA 分子, **B 正确**;在有丝分裂中期,8 条染色体的着丝点排列在赤道板上,此时染色体高度螺旋化,形态更稳定,数目更清晰,易于观察, **C 正确**;在有丝分裂后期,着丝点分裂,姐妹染色单体分开,1 条染色体变成 2 条子染色体,染色体数目加倍,由纺锤丝牵引着分别向细胞的两极移动, **D 错误**。

► **快解** 同源染色体的分离发生在减数第一次分裂后期,由此可快速判断 D 错误。

### ► 刷有所得 巧记有丝分裂各个时期的特点

前期——膜仁消失现两体;中期——形定数晰赤道齐;后期——点裂数增均两极;末期——两消两现一重建。

### 2. A 【命题点】教材经典实验中的试剂及作用

#### ► 思路分析

实验目的	所用试剂及实验原理	
鉴别细胞的死活	活细胞的细胞膜具有 <b>关键点</b> 选择透过性,阻止台盼蓝染色;死细胞不具有相应生理活性,台盼蓝可以进入细胞,将细胞变蓝	——代谢旺盛的动物细胞是活细胞, <b>A 错误</b>
观察根尖细胞有丝分裂中期的染色体	龙胆紫等碱性染料可 <b>关键点</b> 以将染色体染成深色,便于观察	—— <b>B 正确</b>
观察 RNA 在细胞中的分布	盐酸可以改变细胞膜 <b>关键点</b> 的通透性,加速染色剂进入细胞	—— <b>C 正确</b>
观察植物细胞吸水和失水	蔗糖为二糖,不能穿过 <b>关键点</b> 原生质层,可用蔗糖溶液处理紫色洋葱鳞片叶外表皮,观察植物细胞吸水和失水	—— <b>D 正确</b>

➤ **刷有所得** “观察 DNA 和 RNA 在细胞中的分布”实验中,盐酸处理的作用有两种:一是改变细胞膜的通透性,加速染色剂进入组织细胞;二是使染色质中的 DNA 与蛋白质分离,有利于 DNA 与染色剂的结合。

### 3. C 【命题点】细胞中水的存在形式和作用

【解析】根系吸收的水有利于维持细胞的形态,从而使植物保持固有姿态, **A 正确**;结合水主要以氢键的形式与多糖、磷脂等物质相结合,是植物细胞结构的重要组成成分, **B 正确**;细胞有氧呼吸第二阶段,丙酮酸和水反应生成二氧化碳、 $[H]$ ,并释放少量能量,第三阶段, $[H]$ 与氧气反应生成水, **C 错误**;自由水和结合水比值高时,细胞代谢旺盛,抗逆性弱,比值低时,细胞代谢弱,抗逆性强,故自由水和结合水比值的改变会影响细胞的代谢活动, **D 正确**。

➤ **快解** 熟记细胞有氧呼吸各阶段的物质变化,可快速解答该题。细胞有氧呼吸第一阶段:葡萄糖 $\xrightarrow{\text{酶}}$ 丙酮酸+ $[H]$ +少量能量;第二阶段:丙酮酸+ $H_2O \xrightarrow{\text{酶}} CO_2 + [H]$ +少量能量;第三阶段: $[H] + O_2 \xrightarrow{\text{酶}} H_2O + \text{大量能量}$ 。

➤ **关键点拨** 自由水、结合水与细胞代谢及抗逆性的关系  
(1)自由水/结合水的值高,细胞代谢旺盛,抗逆性弱,如萌发的种子、分生组织细胞。  
(2)自由水/结合水的值低,细胞代谢弱,抗逆性强,如干种子、越冬植物、细菌芽孢等。

### 4. A 【命题点】兴奋在神经纤维上的传导及其在神经元之间的传递

【解析】兴奋从神经元的细胞体传至突触前膜的过程相当于在神经纤维上的传导,该过程中会引起  $Na^+$  内流,使未兴奋部位产生兴奋, **A 错误**;若突触前神经元兴奋,当兴奋传导至突触小体时,可能会引起突触前膜释放乙酰胆碱, **B 正确**;乙酰胆碱是一种神经递质,神经递质在突触间隙中经扩散到达突触后膜, **C 正确**;乙酰胆碱与突触后膜上的特异性受体结合后,引起突触后膜处  $Na^+$  内流,从而产生电位变化, **D 正确**。

➤ **易错警示** 神经纤维上静息电位的产生是  $K^+$  外流的结果,当神经纤维受到刺激(即兴奋状态)时,  $Na^+$  内流,产生动作电位,兴奋以电信号的形式沿着神经纤维传导。

➤ **刷有所得** 关于神经递质的相关知识

- (1)种类:①兴奋性递质,能使下一神经元兴奋,如乙酰胆碱;②抑制性递质,能使下一神经元抑制,如甘氨酸。
- (2)释放方式:一般为胞吐,气体类可以自由扩散进入突触间隙。
- (3)受体化学本质:蛋白质。
- (4)作用:引起下一神经元的兴奋或抑制。
- (5)去向:被回收到突触小体,为下一次兴奋传递做好准备,或作用后被分解。

### 5. D 【命题点】对肺炎双球菌转化实验的分析

【解析】S 型细菌的菌体有多糖类的荚膜,可以使人患肺炎或使小鼠患败血症,是有毒的,R 型细菌的菌体没有多糖类的

荚膜,不能引起上述症状,是无毒的,通过对比可以说明 S 型细菌的毒性可能与荚膜多糖有关,**A 正确**;R 型细菌转变为 S 型细菌,是因为 S 型细菌的 DNA 片段整合到了 R 型细菌的 DNA 中并能指导蛋白质的合成,**B 正确**;加热杀死的 S 型细菌蛋白质变性失活,其 DNA 在加热过程中双螺旋解开,氢键被打开,但缓慢冷却时,其结构可恢复,因此 DNA 功能可能不受影响,**C 正确**;S 型细菌的 DNA 经 DNA 酶处理后会分解,与 R 型细菌混合后不能使 R 型细菌发生转化,故不能得到 S 型细菌,**D 错误**。

**易错警示** 加热杀死的 S 型细菌,其蛋白质变性失活,但不要认为其 DNA 也变性失活,DNA 在加热过程中双螺旋解开,氢键被打开,但缓慢冷却时,其结构可恢复。

#### 学霸解题·拓展 南开大学 苏晓峰

##### 对肺炎双球菌“转化”的理解

(1)转化的实质是基因重组:肺炎双球菌转化实验中,S 型细菌的 DNA 片段整合到 R 型细菌的 DNA 中,即发生了基因重组。

(2)发生转化的只是少部分 R 型细菌,并不是所有的 R 型细菌都转化成 S 型细菌。

(3)影响转化的因素有:①供体细胞的 DNA 纯度越高,转化率越高;②两种细菌的亲缘关系越近,转化越容易;③只有处于感受态的受体菌才能被转化。

#### 6. B 【命题点】基因自由组合定律的应用和测交实验

**【解析】**植株 A 的  $n$  对基因均杂合,产生的配子有  $2^n$  种,测交子代会出现  $2^n$  种基因型及表现型,**A 正确**;  $n$  越大,植株 A 测交所得子代中,每种表现型所占的比例相同,均为  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,理论上不同表现型个体数目相等,**B 错误**;植株 A 测交,所得子代为  $n$  对基因均杂合的个体的概率为  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,子代为纯合子的个体的概率为  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,二者概率相等,个体数相等,**C 正确**;植株 A 测交子代为纯合子的概率为  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,为杂合子的概率为  $1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,当  $n \geq 2$  时,杂合子的个体数多于纯合子的个体数,**D 正确**。

#### 学霸解题·分析 南开大学 苏晓峰

本题可以通过具体的基因型来确定。当  $n=2$  时,基因型为 AaBb 的个体测交,子代会出现 4 种基因型(AaBb、aabb、Aabb、aaBb)和 4 种表现型,且比例都为  $\frac{1}{4}$ ,其中纯合子占  $\frac{1}{4}$ ,杂合子占  $\frac{3}{4}$ ,双杂合子占  $\frac{1}{4}$ ;当  $n=3$  时,基因型为 AaBbCc 的个体测交,子代会出现 8 种基因型和 8 种表现型,且各占  $\frac{1}{8}$ ,从而找出规律。

**▶ 关键点拨** 本题解题的关键:一是抓住题干信息“二倍体”“ $n$  个不同性状由  $n$  对独立遗传的基因控制”,由此确定本题可以运用基因的自由组合定律解题;二是找规律,含有一对等位基因的杂合子进行测交时,杂合子产生 2 种基因型的配子,且所占比例相同,子代有 2 种表现型,其中  $\frac{1}{2}$  的个体为杂合子,  $\frac{1}{2}$  的个体为纯合子;含有 2 对等位基因的杂合子进行测交时,杂合子产生 4 种配子,子代有 4 种基因型和 4 种表现型,  $\frac{1}{4}$  的个体为纯合子,  $\frac{3}{4}$  的个体为杂合子;含有  $n$  对等位基因的杂合子进行测交时,杂合子产生  $2^n$  种配子,测交子代有  $2^n$  种基因型和  $2^n$  种表现型,纯合子占  $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ ,杂合子占  $1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n$ 。

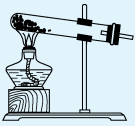
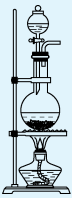
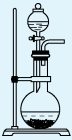
**7. D 【命题点】以“碳中和”为情境,考查化学与 STSE。**

**【解析】**根据题中信息,“碳中和”是指  $\text{CO}_2$  的排放总量和减少总量相当,为促进碳中和,最直接有效的方式应该是将排放出的  $\text{CO}_2$  转化为可以利用的燃料。将重质油裂解为轻质油作为燃料、大规模开采可燃冰作为新能源、通过清洁煤技术减少煤燃烧污染都不能有效促进“碳中和”,大规模开采可燃冰作为新能源甚至会产生大量的  $\text{CO}_2$ ,不符合题意,**A、B、C 错误**;将  $\text{CO}_2$  还原为甲醇的反应中消耗  $\text{CO}_2$ ,可以有效促进实现“碳中和”,**D 正确**。

**8. C 【命题点】常见气体的实验室制备。**

**【解析】**根据装置图可以判断,倾斜向下的试管中装有的反应物应该为固体,采用向上排空气法收集气体,气体密度应比空气大。氨气密度比空气小,不能用向上排空气法收集,**A 项错误**;浓盐酸为液体,不能使用该装置,**B 项错误**;二氧化锰、氯酸钾都是固体,混合加热可以制备氧气,氧气可以用向上排空气法收集,**C 项正确**;浓硫酸为液体,不能使用该装置,**D 项错误**。

**▶ 关键点拨** 常见的气体制备装置

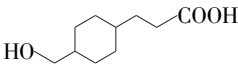
固固混合加热	固液混合加热	固液混合不加热
		

**9. A 【命题点】离子方程式的正误判断。**

**【解析】**用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙,会发生沉淀的转化,反应的离子方程式为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ ,**A 项正确**;过量铁粉加入稀硝酸中,铁先被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,过量的铁粉会将  $\text{Fe}^{3+}$  还原为  $\text{Fe}^{2+}$ ,总反应的离子方程式为  $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ,**B 项错误**;硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液,会生成氢氧化铝沉淀,反应的离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,**C 项错误**;氯化铜溶液中

通入硫化氢,会生成硫化铜沉淀,硫化氢是弱电解质,不能拆分,反应的离子方程式为  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ ,D项错误。

**10. C 【命题点】有机物的结构与性质,涉及反应类型判断、同系物与同分异构体的概念及相关计算。**

**【解析】**该活性物质分子中,羟基、羧基能发生取代反应,碳碳双键能发生加成反应,A项错误;同系物的分子结构相似,且组成上相差1个或若干个 $\text{CH}_2$ 原子团,乙醇分子中只含有羟基,乙酸分子中只含有羧基,二者与该活性物质结构不相似,均不互为同系物,B项错误;该活性物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ ,有机物  的分子式也为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$ ,二者结构不相同,故互为同分异构体,C项正确;该活性物质分子中只有羧基能与碳酸钠反应,1 mol 该物质与碳酸钠反应最多能生成0.5 mol(即22 g) $\text{CO}_2$ ,且该活性物质与碳酸钠的反应存在“量”的问题,若碳酸钠过量,则不会得到气体,D项错误。

**11. B 【命题点】元素周期表与元素周期律,涉及原子半径大小比较、化学键、导电性、含氧酸的酸性。**

**思路分析** 短周期元素W、X、Y、Z的原子序数依次增大,最外层电子数之和为15,X、Y、Z为同周期相邻元素,且均不与W同族,可设Y的最外层电子数为 $a$ ,则X、Y、Z的最外层电子数之和为 $3a$ (只能为3的倍数且小于15),W的最外层电子数为 $15-3a$ (为3的倍数且小于8),则 $a$ 只能等于3或4。当 $a=3$ 时,W、X、Y、Z分别为O、Mg、Al、Si,符合题意;当 $a=4$ 时,W、X、Y、Z分别为B、Al、Si、P,B、Al同族,不符合题意。综上所述,W、X、Y、Z分别为O、Mg、Al、Si。

**【解析】**同周期主族元素从左到右,原子半径逐渐减小,同主族元素从上到下,原子半径逐渐增大,则原子半径大小顺序为 $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Si} > \text{O}$ ,A项错误;化合物 $\text{MgO}$ 由 $\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{O}^{2-}$ 构成,所含化学键为离子键,B项正确;Al为金属单质,具有良好的导电性,Si单质常用作半导体材料,则Al的导电性强于Si的导电性,C项错误;硅的氧化物的水化物为硅酸,硅酸的酸性弱于碳酸,D项错误。

**12. D 【命题点】电解原理的应用,涉及电极反应、电极产物判断。**

**思路分析**

定位:电解池

电解液:海水(溶质主要为 $\text{NaCl}$ 和少量 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 等)

电极	电极反应式
阴极	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
阳极	$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$

**【解析】**通电时,阳极上 $\text{Cl}^-$ 被氧化为 $\text{Cl}_2$ ,A正确;阳极生成的 $\text{Cl}_2$ 与阴极生成的 $\text{NaOH}$ 反应生成 $\text{NaClO}$ , $\text{NaClO}$ 具有强氧化性,可以灭杀附着生物,B正确;阴极生成的 $\text{H}_2$ 与阳极产物 $\text{Cl}_2$ 接触,光照易发生爆炸,应该及时通风稀释,C正

确;阴极生成  $H_2$  的同时会产生  $OH^-$ , 溶液中的  $Mg^{2+}$  向阴极移动形成  $Mg(OH)_2$  沉淀,  $Mg(OH)_2$  会更多地附着在阴极表面, **D** 错误。

### 13. C 【命题点】难溶盐的饱和溶液中离子浓度关系及溶度积和电离常数的计算。

【解析】由题意可知, 298 K 时, MA 的饱和溶液中  $A^-$  水解会使溶液呈碱性, 但由图中横坐标可知, 该实验在酸性环境下进行, 应通过加入其他酸调节溶液中的氢离子浓度。根据图中信息,  $pH = 4$  时,  $c(H^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 10 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ , 此时  $c^2(M^+) = 7.5 \times 10^{-8} (\text{mol} \cdot L^{-1})^2$ , 则  $c(M^+) = \sqrt{7.5 \times 10^{-8}} \text{ mol} \cdot L^{-1} < 3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ , **A** 项正确;  $c(H^+)$  近似为 0 时, 溶液呈碱性,  $c^2(M^+)$  为  $5.0 \times 10^{-8} (\text{mol} \cdot L^{-1})^2$ , 碱性环境抑制  $A^-$  的水解, 可忽略  $A^-$  的水解, 则  $c(M^+) = c(A^-)$ ,

**关键点**  $K_{sp}(MA) = c(M^+) \cdot c(A^-) = c^2(M^+) = 5 \times 10^{-8}$ , **B** 项正确; 由以上分析可知, 溶液  $pH = 7$  时, 溶液中还存在其他酸的酸根离子, 结合电荷守恒, **C** 项等式不成立, **C** 项错误; 溶液中存在物料守恒:  $c(M^+) = c(A^-) + c(HA)$ , 又  $K_{sp}(MA) = c(M^+) \cdot c(A^-)$ , 则  $K_a(HA) = \frac{c(H^+) \cdot c(A^-)}{c(HA)} = \frac{c(H^+) \cdot c(A^-)}{c(M^+) - c(A^-)} = \frac{c(H^+) \cdot K_{sp}(MA)}{c^2(M^+) - K_{sp}(MA)}$ , 由图像结合一次函数知识可求得  $c^2(M^+)$  与  $c(H^+)$  线性关系的近似函数:  $c^2(M^+) = 2.5 \times 10^{-4} \times c(H^+) + 5.0 \times 10^{-8}$ , 将  $c^2(M^+)$  代入可求得  $K_a(HA) \approx 2.0 \times 10^{-4}$ , **D** 项正确。

### 14. B 【命题点】动量守恒定律、机械能守恒定律的应用

【解析】撤去推力后, 小车、弹簧和滑块组成的系统所受合外力为零, 系统动量守恒, 由于滑块与车厢的水平底板间有摩擦力, 且二者发生了相对滑动, 故系统在运动过程中机械能不守恒(易错: 只有重力或弹力做功时, 系统机械能守恒), **B** 正确。

**易错警示** 本题易混淆动量守恒和机械能守恒的条件, 误认为系统所受合外力为零, 则动量守恒, 机械能也守恒; 需要清楚只有重力或弹簧弹力做功时, 系统机械能才守恒。

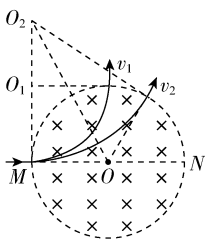
### 15. A 【命题点】电场的力的性质和能的性质

【解析】在电场中, 等势面越密, 电场强度越大(点拨: 电场强度与等势面疏密的关系), 由此可知  $E_M < E_N$ , 由  $F = qE$ , 可知  $F_M < F_N$ , 由于固定电荷为负电荷, 电场方向由金属板指向负电荷, 沿电场线方向电势越来越低, 可知  $M$  点所在等势面的电势大于  $N$  点所在等势面的电势, 即  $\varphi_M > \varphi_N$ , 正电荷在电势高处电势能大, 可知  $E_{pM} > E_{pN}$ , **A** 正确。

### 16. B 【命题点】带电粒子在磁场中的运动

【解析】粒子在磁场中的运动轨迹如图所示, 设圆形磁场区域的半径为  $R$ , 由几何知识知,  $r_1 = R$ ,  $r_2 = R \tan 60^\circ = \sqrt{3}R$ , 根据牛顿第二定律得  $qvB = m$

$\frac{v^2}{r}$ , 解得  $v = \frac{qBr}{m}$ , 则  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ , **B**



正确。

### 学霸解题·技巧 北京大学 李安

带电粒子沿半径方向射入圆形磁场区域,出射速度方向沿半径方向;粒子在直线边界磁场中从同一边界射入有界磁场,再从同一边界射出,入射速度与出射速度方向与边界的夹角相同。

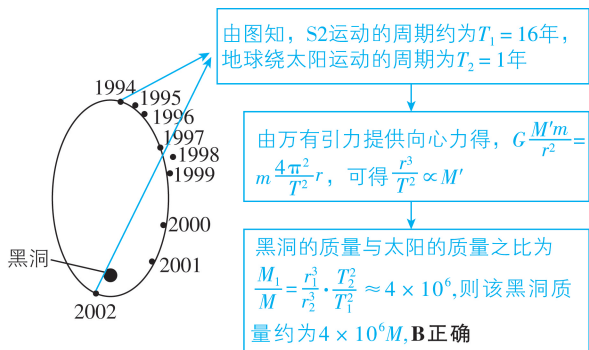
#### 17. C 【命题点】半衰期

【解析】原子核衰变剩余质量为  $m = m_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$ , 变形得  $\frac{m}{m_0} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$ , 由题图知  $\frac{2}{3} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{67.3 \text{ d}}{T}}$ ,  $\frac{1}{3} = \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{182.4 \text{ d}}{T}}$ , 由以上两式解得  $T = 115.1 \text{ d}$ , C 正确。

#### 快解

原子核衰变剩余质量由  $\frac{2}{3}m_0$  变为  $\frac{1}{3}m_0$ , 即为一个半衰期, 所以半衰期为  $T = 182.4 \text{ d} - 67.3 \text{ d} = 115.1 \text{ d}$ 。

#### 18. B 【命题点】万有引力定律的应用



#### 19. BC 【命题点】多过程运动中动量定理的应用

【解析】设物体与桌面间的动摩擦因数为  $\mu$ , 力  $F$  作用时, 有  $W - \mu mgs_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$ , 撤去力  $F$  后物体继续运动, 对物体运动全程分析有  $W - 3\mu mgs_0 = 0$ , 解得  $\mu = \frac{v_0^2}{4s_0g}$ ,  $W = \frac{3}{4}mv_0^2$ , A 错误, C 正确; 由  $W = Fs_0$ , 解得  $F = 3\mu mg$ , 即力  $F$  的大小是物体所受滑动摩擦力大小的 3 倍, D 错误; 设力  $F$  作用的时间为  $t$ , 根据动量定理有  $3\mu mgt - \mu mgt = mv_0$ , 力  $F$  的冲量大小  $I_F = 3\mu mgt = \frac{3}{2}mv_0$ , B 正确。

#### 一题多解

本题也可用牛顿运动定律求解。

$$F - \mu mg = ma_1,$$

$$v_0^2 = 2a_1s_0,$$

$$-\mu mg = m(-a_2),$$

$$0 - v_0^2 = 2 \cdot (-a_2) \cdot 2s_0,$$

$$v_0 = a_1t,$$

$$I_F = Ft,$$

$$\text{由以上各式可得 } F = 3\mu mg, \mu = \frac{v_0^2}{4s_0g}, I_F = \frac{3}{2}mv_0.$$

#### 20. AD 【命题点】带电粒子在电场中的运动

【解析】若电场方向沿  $y$  轴负方向, 负电荷向  $y$  轴正方向偏转, 正电荷向  $y$  轴负方向偏转, 设沿  $x$  轴位移为  $x'$ , 沿  $y$  轴位



移为  $y'$ , 则有  $x' = vt$ ,  $a = \frac{q'E}{m'}$ ,  $y' = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{q'E}{m'} \times \frac{x'^2}{v^2} = \frac{q'Ex'^2}{2m'v^2}$ , 带同种电荷且比荷相同的粒子轨迹相同, 正、负电荷比荷相同时轨迹关于  $x$  轴对称, 且比荷越小, 偏转程度越小, **A 正确, B、C 错误**; 同理, 电场方向沿  $y$  轴正方向时, **D 正确**。

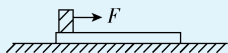
**快解** 观察各选项中图可知, 如果四个带电粒子轨迹各不重合, 则只有 C 正确, 本题多选, 故排除 C; 由于不考虑重力, 可知带电粒子只受电场力作用, 根据运动对称性可知 A、D 正确。

## 21. BCD 【命题点】板块模型

选项	分析	正误
A	$t_1$ 时刻, 对木板和物块整体有 $F_1 = \mu_1(m_1 + m_2)g$	×
B	$t_2$ 时刻, 对物块有 $F_2 - \mu_2 m_2 g = m_2 a$ , 对木板有 $\mu_2 m_2 g - \mu_1(m_1 + m_2)g = m_1 a$ , 解得 $F_2 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1}(\mu_2 - \mu_1)g$	√
C	$t_1 \sim t_2$ 时间内, 物块对木板的静摩擦力使木板加速, 有 $\mu_2 m_2 g > \mu_1(m_1 + m_2)g$ , 解得 $\mu_2 > \frac{m_1 + m_2}{m_2} \mu_1$	√
D	由题图(c)可知, $t_1$ 时刻前物块和木板静止, $t_1$ 时刻后木板和物块共同加速, $t_2$ 时刻后木板和物块相对滑动	√

### 学霸解题·技巧 南开大学 张媛

木板上下表面均有摩擦问题总结如下:



木板上表面与物块之间最大静摩擦力  $f_{2m} = \mu_2 m_2 g$ ,

木板下表面与地面之间最大静摩擦力  $f_{1m} = \mu_1(m_1 + m_2)g$ , 木板能够加速运动, 意味着  $f_{2m} > f_{1m}$ , 否则无论拉力  $F$  多大, 木板不可能在地面上滑动。

当  $0 < F \leq f_{1m}$  时, 物块与木板均静止;

若拉力为  $F_0$  时, 物块与木板恰好要发生相对滑动,

则  $F_0 - \mu_2 m_2 g = m_2 a$ ,  $\mu_2 m_2 g - \mu_1(m_1 + m_2)g = m_1 a$ , 求得  $F_0$ ;

当  $f_{1m} < F \leq F_0$  时, 物块与木板以相同的加速度共同加速运动;

当  $F > F_0$  时, 木板加速度不变, 物块以更大的加速度加速运动。

## 22. (1) 1.0(1分) 2.0(2分) (2) 9.7(2分)

**【命题点】平抛运动规律的验证**

**【解析】**(1) 小球在 A 点时速度的水平分量大小为  $v_x = \frac{x}{T} =$

$\frac{0.05}{0.05} \text{ m/s} = 1.0 \text{ m/s}$ , 竖直分量大小为  $v_y = \frac{(11.0 + 8.6) \times 10^{-2}}{2 \times 0.05}$



$$m/s = 2.0 \text{ m/s};$$

(2) 在竖直方向上, 由逐差法得当地重力加速度的大小  $g =$

$$\frac{(13.4 + 11.0 - 8.6 - 6.1) \times 10^{-2}}{4 \times 0.05^2} \text{ m/s}^2 = 9.7 \text{ m/s}^2。$$

$$23. (1) 15.0 (2 \text{ 分}) \quad (3) \frac{R_V + R_0}{R_V R_0 E} R + \frac{R_V + R_0}{R_V R_0 E} r + \frac{1}{E} (2 \text{ 分})$$

$$(5) 1.54 (2 \text{ 分}) \quad 1.1 (2 \text{ 分}) \quad (6) 5.19 (2 \text{ 分})$$

【命题点】伏阻法测电源电动势和内阻

【解析】(1) 定值电阻与电压表并联, 总电阻  $R_{\text{并}} = \frac{R_0 R_V}{R_0 + R_V} =$

$19 \Omega$ , 干路允许的最大电流为  $I_m = \frac{U_0}{R_{\text{并}}} = \frac{1}{19} \text{ A}$ , 电路中总电阻

最小值约为  $R_{\text{min}} = \frac{E}{I_m} = 28.5 \Omega$ , 闭合开关前电阻箱接入电路

的电阻值  $R = R_{\text{min}} - R_{\text{并}} - r > 7.5 \Omega$ , 因此闭合开关前电阻箱接入电路的电阻值选 **15.0  $\Omega$** ;

(3) 电路中总电流为  $I = \frac{U}{R_{\text{并}}} = \frac{E}{R_{\text{并}} + R + r}$ , 整理得  $\frac{1}{U} =$

$$\frac{R_V + R_0}{R_V R_0 E} R + \frac{R_V + R_0}{R_V R_0 E} r + \frac{1}{E};$$

(5) 根据(3)中得到的  $\frac{1}{U} - R$  关系式, 代入数据可得  $\frac{1}{U} =$

$\frac{19+r}{19E} + \frac{1}{19E} R (\text{V}^{-1})$ , 延长图线, 得到图线与纵轴交点为

$0.86 \text{ V}^{-1}$ , 得  $0.86 \text{ V}^{-1} = \frac{19+r}{19E} + \frac{5}{19E} (\text{V}^{-1})$ , 图线斜率为

$$\frac{1.46 - 0.86}{22.5 - 5} \Omega^{-1} \cdot \text{V}^{-1} = \frac{1}{19E} \Omega^{-1}, \text{解得 } E = 1.54 \text{ V}, r = 1.1 \Omega;$$

(6) 若将题图(a)中的电压表当成理想电压表, 则电路中电

流为  $I = \frac{U}{R_0} = \frac{E'}{R_0 + R + r}$ , 整理得  $\frac{1}{U} = \frac{20+r}{20E'} + \frac{1}{20E'} R (\text{V}^{-1})$ ,  $\frac{1}{U} - R$

图线斜率为  $\frac{1.46 - 0.86}{22.5 - 5} \Omega^{-1} \cdot \text{V}^{-1} = \frac{1}{20E'} \Omega^{-1}$ , 解得  $E' =$

$$1.46 \text{ V}, \left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% = 5.19\%。$$

$$24. (1) 4.5 \text{ J} \quad (2) 9 \text{ N}$$

【命题点】动能定理、牛顿运动定律、运动学公式的综合应用

【解析】(1) 设篮球第一次与地面碰撞前的速度大小为

$v_1$ , 碰撞后的速度大小为  $v_2$ , 第二次与地面碰撞前的速度大

小为  $v_3$ , 碰撞后的速度大小为  $v_4$ , 根据动能定理得

$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = E_{k1}, mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = E_{k2} \quad (2 \text{ 分})$$

设篮球每次与地面碰撞前后的动能的比值为  $k$ , 解得  $k =$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{3}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

运动员拍球时, 根据动能定理得  $mgh_3 + W = \frac{1}{2}mv_3^2 = E_{k3}$ ,

$$mgh_4 = \frac{1}{2}mv_4^2 = E_{k4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{E_{k3}}{E_{k4}} = k = \frac{3}{2}, \text{解得 } W = 4.5 \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 根据上述分析可得  $v_3 = 3\sqrt{5} \text{ m/s}$ ,

运动员拍球时,根据牛顿第二定律得  $mg+F=ma$  (1分)

0.2 s 末篮球的速度为  $v=at$  (1分)

前 0.2 s 内的位移为  $x_1=\frac{1}{2}at^2$  (1分)

从 0.2 s 末到落地前的位移为  $x_2=\frac{v^2-v_0^2}{2g}$  (1分)

总位移  $x=x_1+x_2=1.5\text{ m}$  (1分)

解得  $v=5\text{ m/s}$ ,  $a=25\text{ m/s}^2$ ,  $F=9\text{ N}$  (1分)

**一题多解** 第(2)问中可以根据恒力做功定义式列方程求解。

拍球过程中  $F+mg=ma$ ,

$$x_1=\frac{1}{2}at^2,$$

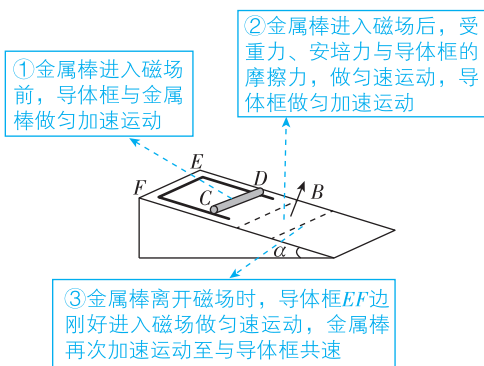
$$W=Fx_1,$$

联立解得  $F=9\text{ N}$ 。

25. (1) 0.18 N (2) 0.02 kg 0.375 (3)  $\frac{5}{18}\text{ m}$

**【命题点】**金属棒—导体框在磁场中运动的电磁感应综合问题

**【题图剖析】**



**【解析】**(1) 导体框与金属棒一起加速运动,设加速度大小为  $a$ ,根据牛顿第二定律得  $(M+m)g\sin\alpha=(M+m)a$  (1分)  
解得  $a=6\text{ m/s}^2$ ,

设金属棒刚进入磁场时的速度为  $v_1$ ,由运动学公式得  $v_1^2-0=2as_1$  (1分)

解得  $v_1=1.5\text{ m/s}$ ,

金属棒在磁场中受到的安培力  $F_{\text{安}}=BIL$  (1分)

流过金属棒的电流  $I=\frac{E}{R}$  (1分)

由法拉第电磁感应定律得  $E=BLv_1$  (1分)

联立解得  $F_{\text{安}}=0.18\text{ N}$  (2分)

(2) 金属棒在磁场中匀速运动,有  $F_{\text{安}}=\mu mg\cos\alpha+mgsin\alpha$  (1分)

此时导体框做匀加速运动,有  $Mgsin\alpha-\mu mg\cos\alpha=Ma_1$  (1分)

当金属棒离开磁场时,导体框 EF 边刚好进入磁场做匀速直线运动,

对导体框有  $Mgsin\alpha=\mu mg\cos\alpha+F'_{\text{安}}$  (1分)

$$F'_{\text{安}} = BI'L = B \frac{BLv_2}{R} L = \frac{B^2 L^2 v_2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a_1 s_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } v_2 = 2.5 \text{ m/s}, m = 0.02 \text{ kg}, \mu = 0.375 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 金属棒再次加速运动时, 有 } mgsin \alpha + \mu mgcos \alpha = ma_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_2 = 9 \text{ m/s}^2,$$

$$\text{金属棒与导体框共速时, 有 } v_2 = a_2 t + v_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t = \frac{1}{9} \text{ s}, x = v_2 t = 2.5 \times \frac{1}{9} \text{ m} = \frac{5}{18} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{假设金属棒穿越磁场区域时间为 } t_1, \text{ 则 } v_2 - v_1 = a_1 t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

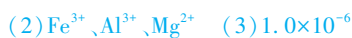
$$\text{磁场区域宽度 } d = v_1 t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } d = 0.3 \text{ m}, \text{ 有 } x = \frac{5}{18} \text{ m} < d = 0.3 \text{ m}, \text{ 所以导体框与金属棒}$$

$$\text{共速时还未离开磁场区域} \quad (1 \text{ 分})$$

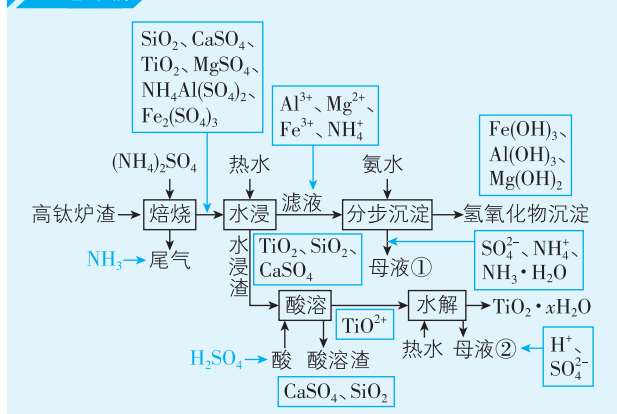
$$\text{故导体框匀速运动距离为 } x = \frac{5}{18} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

## 26. (14 分)



【命题点】从炼铁高钛炉渣中回收钛、镁、铝的工艺流程分析,考查物质的分离和提纯、化学方程式的书写等。

### 思路分析



【解析】(1) 根据流程图,“焙烧”过程中生成气体及相应的硫酸盐,比较 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 中 $\text{NH}_4^+$ 与 $\text{SO}_4^{2-}$ 的比例可知生成的气体为 $\text{NH}_3$ ,则 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 转化为 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 的化学方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 + 6\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) “水浸”后“滤液”的 pH 约为 2.0,用氨水调节“滤液”pH 时,随着氨水的加入,pH 逐渐增大,结合题表数据可知,形成沉淀析出的金属离子的顺序依次为 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 。

(3)  $\text{Mg}^{2+}$  沉淀完全时 $[c(\text{Mg}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}]$  pH 为

11.1, 可得出  $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-5} \times (1.0 \times 10^{-2.9})^2 = 1.0 \times 10^{-10.8}$ , 分步沉淀时调节 pH 至 11.6, 此时母液①中  $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{1.0 \times 10^{-10.8}}{(1.0 \times 10^{-2.4})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4)“水浸渣”在 160 °C 时“酸溶”, 为了避免受热挥发导致酸的损失而增加成本, 选用沸点较高的硫酸较为合适;“焙烧”时  $\text{SiO}_2$  不参与反应, 且不溶于水和硫酸, 故存在于“酸溶渣”中, Al、Mg、Ca、Fe 等元素转化为硫酸盐, 而  $\text{CaSO}_4$  在水中和酸中的溶解度较小, 也会存在于“酸溶渣”中。

(5)  $\text{TiO}^{2+}$  水解析出  $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , 离子方程式为  $\text{TiO}^{2+} + (x+1)\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}^+$ 。

(6) 母液①中主要含铵根离子、硫酸根离子和一水合氨, 母液②中主要含氢离子和硫酸根离子, 尾气主要成分为氨气, 混合后经处理可得  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 可循环利用。

## 27. (14 分)

(1) 滴液漏斗 三颈烧瓶 d

(2) 使反应物充分混合接触, 防止反应速率过快

(3) 升温后的反应温度接近水的沸点, 油浴更易控制温度

(4)  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$

(5) 取少量洗出液, 滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 看是否有白色沉淀生成

(6) 步骤Ⅳ用稀盐酸洗涤沉淀, 步骤Ⅴ用蒸馏水洗涤沉淀, 步骤Ⅴ的洗出液中存在  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ , 当洗出液呈中性时,  $c(\text{Cl}^-)$  接近于 0, 可认为  $\text{Cl}^-$  已经洗净

**【命题点】**氧化石墨烯的制备实验, 涉及实验仪器的辨识、实验基本操作、实验现象的分析、产物的分离与提纯以及离子的检验等。

**【解析】**(1) 由实验装置图可知, 仪器 a 为滴液漏斗, 仪器 c 为三颈烧瓶; 球形冷凝管在使用时, 管内需充满冷却水, d 口进水, e 口出水。

(2) 分批缓慢加入高锰酸钾粉末可以使反应物充分混合接触, 冰水浴可以防止反应速率过快。

(3) 步骤Ⅱ中升温后的反应温度为 98 °C, 接近水的沸点, 采用油浴的加热方式更容易控制反应温度。

(4) 由实验现象“悬浊液由紫色变为土黄色”结合  $\text{H}_2\text{O}_2$  具 **关键点** 有一定还原性分析, 步骤Ⅲ中,  $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{Mn}^{2+}$ , 同时  $\text{H}_2\text{O}_2$  被氧化为  $\text{O}_2$ , 故离子方程式为  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \uparrow$ 。

(5) 此问为硫酸根离子的检验, 由于步骤Ⅳ中用稀盐酸洗涤沉淀, 故不需加盐酸酸化, 取少量洗出液, 滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若无白色沉淀生成, 说明洗出液中无  $\text{SO}_4^{2-}$ , 若有白色沉淀生成, 说明洗出液中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(6) 步骤Ⅳ用稀盐酸洗涤沉淀, 步骤Ⅴ用蒸馏水洗涤沉淀, 洗出液中存在  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ , 洗出液呈中性时,  $c(\text{Cl}^-)$  接近于 0, 可认为  $\text{Cl}^-$  已经洗净。

## 28. (15 分)

$$(1) \text{溴(或 Br)} \quad (2) 24.8 \quad \frac{100 \times (20 \times 10^3 - 12.4 \times 10^3)}{(24.8 \times 10^3)^2}$$

(3) ①大于 ② $K_{p1} \cdot K_{p2}$  大于 设  $T' > T$ , 即  $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$ , 由图可知,  $\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > |\lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T)| = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$ , 则  $\lg K_{p2}(T') + \lg K_{p1}(T') > \lg K_{p2}(T) + \lg K_{p1}(T)$ ,  $K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T') > K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)$ ,  $K(T') > K(T)$

(4) 0.5

**【命题点】**化学平衡, 涉及元素的推测、平衡压强和平衡常数的计算、反应热、电子转移等。

**【解析】**(1) 常温下为红棕色液体, 性质与  $\text{ICl}$  相似, 则该液体应为液溴, 对应元素为  $\text{Br}$ 。

(2) 氯铂酸钡固体受热分解的化学方程式为  $\text{BaPtCl}_6(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{s}) + \text{Pt}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ , 产物中只有  $\text{Cl}_2$  在  $376.8^\circ\text{C}$  时是气体, 所以  $K'_p = p^2(\text{Cl}_2) = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}^2$ , 平衡时  $p(\text{Cl}_2) = 0.1 \text{ kPa}$ , 抽真空后, 加入碘蒸气, 发生反应  $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$ , 反应消耗  $\text{Cl}_2$ , 导致剩余的  $\text{BaPtCl}_6$  不断分解,  $p(\text{Cl}_2)$  始终为  $0.1 \text{ kPa}$ , 设起始到平衡共反应了分压为  $x \text{ kPa}$

**关键点**

的  $\text{I}_2(\text{g})$ , 可列三段式:

	$\text{I}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{ICl}(\text{g})$		
起始分压/kPa	20.0		
转化分压/kPa	$x$	$x$	$2x$
平衡分压/kPa	$20.0 - x$	$0.1$	$2x$

平衡时总压强为  $32.5 \text{ kPa}$ , 则  $(20.0 - x + 0.1 + 2x) \text{ kPa} = 32.5 \text{ kPa}$ , 解得  $x = 12.4$ , 所以平衡时  $p(\text{ICl}) = 2 \times 12.4 \text{ kPa} = 24.8 \text{ kPa}$ , 平衡时各物质的压强分别为  $p(\text{Cl}_2) = 10^2 \text{ Pa}$ ,  $p(\text{I}_2) = (20 - 12.4) \text{ kPa} = (20 - 12.4) \times 10^3 \text{ Pa}$ ,  $p(\text{ICl}) = 24.8 \text{ kPa} = 24.8 \times 10^3 \text{ Pa}$ , 所以题给反应的平衡常数  $K = \frac{p(\text{Cl}_2) \cdot p(\text{I}_2)}{p^2(\text{ICl})} =$

$$\frac{100 \times (20 \times 10^3 - 12.4 \times 10^3)}{(24.8 \times 10^3)^2}。$$

(3) ①由图可知,  $T$  的倒数增大即  $T$  减小时,  $\lg K_{p2}$  减小, 所以温度升高时,  $K_{p2}$  增大, 则  $\text{NOCl}$  分解为  $\text{NO}$  和  $\text{Cl}_2$  的反应为吸热反应,  $\Delta H$  大于 0; ②根据盖斯定律, 两热化学方程式

相加即得所求反应, 所以  $K = K_{p1} \cdot K_{p2}$ ; 设  $T' > T$ , 即  $\frac{1}{T'} < \frac{1}{T}$ , 由图

可知,  $\lg K_{p2}(T') - \lg K_{p2}(T) > |\lg K_{p1}(T') - \lg K_{p1}(T)| = \lg K_{p1}(T) - \lg K_{p1}(T')$ , 则  $\lg K_{p2}(T') + \lg K_{p1}(T') > \lg K_{p2}(T) + \lg K_{p1}(T)$ ,  $K_{p2}(T') \cdot K_{p1}(T') > K_{p2}(T) \cdot K_{p1}(T)$ ,  $K(T') > K(T)$ , 即温度升高,  $K$  增大, 所以  $\text{ICl}$  分解为  $\text{Cl}_2$  和  $\text{I}_2$  的反应为吸热反应,  $\Delta H$  大于 0。

(4) 由题给  $\text{NOCl}$  光化学分解机理可知, 每消耗 1 个光子能量可分解 2 分子  $\text{NOCl}$ , 所以分解 1 mol 的  $\text{NOCl}$  需要吸收 0.5 mol 的光子。

**学霸解题 · 巧解** 天津大学 刘鑫蕊

我们注意到  $\lg K = \lg K_{p1} + \lg K_{p2}$ , 于是可以将  $\lg K_{p1}$  和  $\lg K_{p2}$  的两条直线叠加, 得到  $\lg K$  随  $\frac{1}{T}$  变化的关系, 其变化趋势与  $\lg K_{p2}$  相同, 说明两个反应的  $\Delta H$  同号。

## 29. (1) 细胞质基质、线粒体、叶绿体 细胞呼吸

(2) 水分大量散失 光合作用

(3) 实验思路:白天和夜间每隔一段时间取干旱条件下生长的植物甲的叶片,测定叶肉细胞的 pH。

实验结果:植物甲叶肉细胞 pH 在夜间逐渐降低,在白天逐渐升高。

**【命题点】**光合作用中  $\text{CO}_2$  的特殊固定形式及实验探究能力

**【解析】**(1) 白天叶肉细胞能进行呼吸作用和光合作用,两过程均伴随 ATP 的产生,故此时叶肉细胞内产生 ATP 的场所所有细胞质基质、线粒体和叶绿体。这些植物白天气孔关闭,不能与外界进行气体交换,光合作用所需的  $\text{CO}_2$  一部分来源于苹果酸的脱羧过程,另一部分来源于细胞呼吸。

(2) 气孔白天关闭、晚上打开是这类植物适应干旱环境的一种方式,白天气孔关闭能防止白天温度过高导致植物蒸腾作用过强,造成水分大量散失,晚上气孔开放吸收储存  $\text{CO}_2$  保证植物光合作用的正常进行。

(3) 本实验的目的为验证植物甲在干旱环境中存在这种特殊的  $\text{CO}_2$  固定方式。该实验的检测指标为植物甲的叶肉细胞液泡中的 pH,结合题意可知,在这种特殊的  $\text{CO}_2$  固定方式中,晚上生成苹果酸并储存在植物甲的液泡内,而白天液泡内储存的苹果酸又会脱羧释放出  $\text{CO}_2$ ,故可由此确定本实验的思路,具体内容见答案。

**易错警示** 本题(1)中学生易因叶肉细胞及光合作用的信息,而忽略此时同样能产生 ATP 的呼吸作用,造成答案漏写细胞质基质和线粒体。

**关键点拨** 解答本题的关键是梳理清楚信息,明确植物甲固定  $\text{CO}_2$  的特殊方式为夜晚  $\text{CO}_2$  被固定为液泡中的苹果酸,白天液泡中的苹果酸脱羧释放  $\text{CO}_2$ 。这一方式使植物甲在白天为保存体内水分而关闭气孔时,不会出现因  $\text{CO}_2$  的缺乏而导致植物光合作用不能正常进行的现象。

## 30. (1) 选择形态和习性都接近的不同物种 有限的 一方存活,另一方死亡 (2) 时间

(3) 一方存活,另一方死亡;或竞争导致双方对资源的利用发生分离,从而实现双方共存

**思路分析** 本题第(2)问要抓住题干“仅从取食的角度分析”和“同一棵树上的种子”的限定条件,两种鸟可能会以同一棵树上不同时期的种子为食,这样通过“时间”的隔离,二者可互不影响。

**【命题点】**种间竞争

**【解析】**(1) 据题干竞争排斥原理的信息可知,实验选择动物的原则是选择形态和习性都接近的不同物种。据题干“受资源限制”的信息可确定,该实验中需要将两种草履虫放在资源有限的环境中混合培养。据题干“不能长期共存在一起”的信息可确定,当实验出现一方存活,另一方死亡的结果时,即可证实竞争排斥原理。

(2) 据题意知,两种鸟以同一棵树上的种子为食,若仅从取

食的角度分析,两种鸟除了因取食的种子大小不同而共存外,还可因取食的时间不同而共存。

(3)根据题述实验和研究,关于生物种间竞争的结果可得出的结论见答案。

**知识拓展** 将大草履虫和双小核草履虫混合培养后,大草履虫个体数量下降,而双小核草履虫个体数量增加,一段时间后则只有双小核草履虫存活。大草履虫和双小核草履虫是具有相同需求的两个物种的生物,二者不能长期地生活在同一环境中;而共同生活在同一环境时,终究会发生一方取代另一方的现象,这一竞争现象被称作高斯原理。

### 31. (1)胰岛素 (2)促甲状腺激素 (3)体液

(4)心脏(或心肌细胞)

(5)促进甲状腺激素的合成和分泌

**【命题点】**内分泌腺或内分泌细胞所分泌的激素及其功能等

**【解析】**(1)胰岛B细胞分泌胰岛素,胰岛素能促进组织细胞对葡萄糖的摄取、利用及转化,从而降低血糖浓度,若其作用的靶细胞为肝细胞,则可以促进肝糖原的合成。

(2)垂体能够分泌多种促激素以及生长激素,其中促甲状腺激素作用的靶器官为甲状腺,因此该激素为促甲状腺激素。

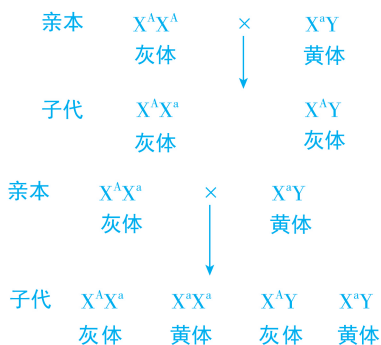
(3)激素由内分泌腺或内分泌细胞分泌到细胞外,通过体液运输,进而作用于靶器官或靶细胞。

(4)肾上腺能够分泌肾上腺素,根据其靶器官的响应为心率加快,可知其靶器官为心脏、靶细胞为心肌细胞。

(5)促甲状腺激素能够促进甲状腺激素的合成和分泌。

**易错警示** 本题(2)空容易多答,若多写生长激素反而画蛇添足,根据靶器官为甲状腺可以确定该空需要填写的激素为促甲状腺激素。

### 32. (1)



(2)  $3:1:3:1$   $\frac{3}{16}$

**【命题点】**基因分离定律、自由组合定律及其应用

**【解析】**(1)根据题干信息,控制体色的基因位于X染色体上,且灰体对黄体为显性,现有的材料为纯合灰体雌果蝇( $X^A X^A$ )和黄体雄果蝇( $X^a Y$ ),若要获得黄体雌果蝇( $X^a X^a$ ),可以将纯合灰体雌果蝇( $X^A X^A$ )与黄体雄果蝇( $X^a Y$ )杂交,获得 $F_1(X^A X^a, X^A Y)$ ,取 $F_1$ 灰体雌果蝇( $X^A X^a$ )与亲本的黄体雄果蝇( $X^a Y$ )杂交,便可获得黄体雌果蝇( $X^a X^a$ ),遗传图解见答案。

(2)根据题干信息,黄体残翅雌果蝇( $X^a X^a bb$ )与灰体长翅



雄果蝇 ( $X^A Y B b$ ) 杂交, 得到  $F_1$  的基因型为  $X^A X^a B b$  和  $X^a Y B b$ ,  $F_1$  相互交配, 即  $X^A X^a B b \times X^a Y B b$ , 可得  $F_2$  长翅: 残翅 = 3:1, 灰体: 黄体 = 1:1, 因此  $F_2$  中灰体长翅: 灰体残翅: 黄体长翅: 黄体残翅 = 3:1:3:1, 其中灰体长翅雌蝇 ( $X^A X^a B \_$ ) 出现的概率为  $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ 。

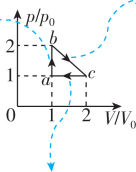
**学霸解题 · 技巧** 南开大学 苏晓峰

计算第(2)问时, 由于常染色体与性染色体的基因是独立遗传的, 因此可将两对基因分开来利用分离定律计算, 再将结果相乘。

**33. (1) ABE 【命题点】 $p$ - $V$  图像、气体实验定律、热力学第一定律**

$ab$  过程气体发生等容变化, 则  $W=0$ ,

由  $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_b}{T_b}$  解得  $T_b = 2T_0$ , 气体温度升高, 内能增大, 根据  $\Delta U = W + Q$  可知  $\Delta U > 0$ , 则  $Q > 0$ , 气体始终吸热, **A 正确**



由  $\frac{pV}{T} = C$  可知,  $T_b = T_c$ ,  $b$ 、 $c$  两点在同一条等温线上,  $bc$  过程中气体温度先升高后降低, **D 错误, E 正确**

$ca$  过程气体体积减小, 外界对气体做功, 则  $W > 0$ , 气体发生等压变化, 由  $\frac{V_c}{T_c} = \frac{V_0}{T_0}$  解得  $T_c = 2T_0$ , 气体温度降低, 内能减小,  $\Delta U < 0$ , 由  $\Delta U = W + Q$  可知  $Q < 0$ , 气体始终放热, **B 正确, C 错误**

**(2) 1 cm 【命题点】液柱模型**

**【解析】**以  $B$  中气体为研究对象, 设初状态压强为  $p_B$ , 体积为  $V_B$ ,  $B$  管横截面积为  $S$ ,

初状态  $p_B = p_0$ ,  $V_B = l_2 S$ ,

设末状态压强为  $p'_B$ , 体积为  $V'_B$ ,

$p'_B = p_0 + p_h = 75 \text{ cmHg} + 5 \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$ ,  $V'_B = l'_2 S$ ,

由于水银从  $C$  管缓慢注入, 整个过程管内气体发生等温变化,

由玻意耳定律得  $p_B V_B = p'_B V'_B$  (2分)

解得  $l'_2 = 30 \text{ cm}$  (1分)

以  $A$  中气体为研究对象, 设初状态压强为  $p_A$ , 体积为  $V_A$ ,  $A$  管横截面积为  $S'$ ,

初状态  $p_A = p_0$ ,  $V_A = l_1 S'$ ,

设末状态压强为  $p'_A$ , 体积为  $V'_A = l'_1 S'$ ,

由题图中液柱关系可得  $A$  中水银柱高为  $l_1 - l'_1$  (1分)

$C$  中水银柱高为  $h + (l_2 - l'_2) = 7 \text{ cm}$  (1分)

则  $A$  中气体末状态压强  $p'_A = (l'_1 + 68.5) \text{ cmHg}$  (1分)

整个过程管内气体发生等温变化, 由玻意耳定律有  $p_A V_A = p'_A V'_A$  (2分)

解得  $l'_1 = 12.5 \text{ cm}$ ,

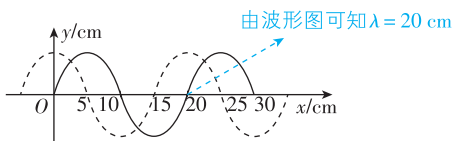
设  $A$ 、 $B$  两管内水银柱的高度差为  $\Delta h$ , 则

$\Delta h = (l_2 - l'_2) - (l_1 - l'_1) = 1 \text{ cm}$  (2分)

**34. (1) 0.5 (2分) 0.4 (1分) 1.2 (2分)**

**【命题点】波的传播、多解问题**

【题图剖析】



【解析】若波沿  $x$  轴正方向传播,由波形图可知

$$\Delta t = \frac{3}{4}T + nT, \Delta t = 0.3 \text{ s 且 } \Delta t < T,$$

$$\text{所以 } \Delta t = \frac{3}{4}T, \text{ 解得 } T = 0.4 \text{ s},$$

由波形图可知  $\lambda = 20 \text{ cm}$ , 波的传播速度  $v = \frac{\lambda}{T}$ ,

解得  $v = 0.5 \text{ m/s}$ ;

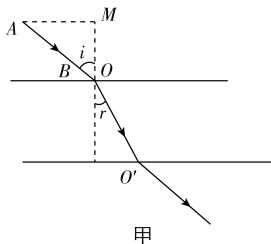
若波沿  $x$  轴负方向传播,

$$\text{则 } \Delta t = \frac{1}{4}T, \text{ 解得 } T = 1.2 \text{ s}.$$

(2) (i)  $\sqrt{2}$  (ii)  $15^\circ$

【命题点】测定玻璃砖的折射率和光的折射和全反射

【解析】(i) 如图甲所示, 设入射角为  $i$ , 折射角为  $r$ ,



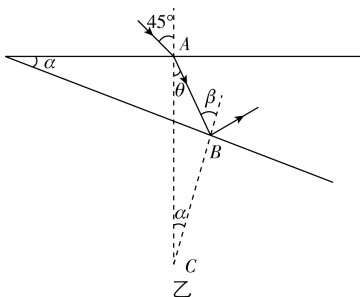
$$\text{由折射定律得 } n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由几何关系知 } \sin i = \frac{AM}{\sqrt{AM^2 + MO^2}} = \frac{10.0}{\sqrt{10.0^2 + 20.0^2}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\sin r = \frac{s}{\sqrt{s^2 + h^2}} = \frac{5.0}{\sqrt{5.0^2 + 15.0^2}} = \frac{\sqrt{10}}{10} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } n = \sqrt{2} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 光在玻璃砖中发生全反射时的光路图如图乙所示, 设光在上表面的折射角为  $\theta$ ,



$$\text{由 } n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta}, \text{ 得 } \theta = 30^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

光在玻璃砖下表面恰好发生全反射,

$$\text{有 } \sin \beta = \frac{1}{n}, \text{ 解得 } \beta = 45^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

把光在上下表面入射点处的法线延长交于  $C$  点, 设法线延长线夹角为  $\alpha$ ,

由几何关系得  $\alpha$  即为上下表面的夹角,

在  $\triangle ABC$  中,  $\theta = 30^\circ$ ,  $\angle ABC = 135^\circ$ ,

则  $\alpha = 15^\circ$ , 由几何关系可知, 此玻璃砖上下表面的夹角为  $\alpha$ ,

即该玻璃砖上下表面的夹角为  $15^\circ$  (1 分)

### 35. (15 分)

(1) AC (2) N、O、Cl 6

(3)  $sp^3$  杂化 高  $NH_3$  分子间存在氢键  $NH_3$  中 N 原子上有一个孤电子对,  $H_2O$  中 O 原子上有两个孤电子对, 孤电子对与成键电子对间的排斥力比成键电子对间的排斥力大

$$(4) Al \quad \frac{8\pi(2r_{Cr}^3 + r_{Al}^3)}{3a^2c} \times 100$$

**【命题点】**物质结构与性质, 涉及原子的核外电子排布、杂化方式、分子的空间结构、物质的沸点比较和晶体结构等。

**【解析】**(1) 根据能量最低原理, 基态铬原子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$  或  $[Ar] 3d^5 4s^1$ , **A 正确**; 同一原子的能层越高, 电子的能量越高, s 电子云半径越大, 电子在离核更远的区域出现的概率越大, 并不是 4s 电子总比 3s 电子在离核更远的地方运动, **B 错误**; 一般情况下, 同一周期从左到右元素的电负性逐渐增大, Cr 在 K 的右边, 所以电负性较大, 吸引键合电子的能力较强, **C 正确**。

(2) N、O、Cl 原子提供电子对, 能与 Cr 形成配位键, 在配合物中中心离子  $Cr^{3+}$  的配位数为  $3+2+1=6$ 。

(3)  $PH_3$  中心原子 P 原子的杂化轨道数为  $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$ , 根

据杂化轨道理论, 为  $sp^3$  杂化;  $NH_3$  分子间存在氢键, 而  $PH_3$  分子间不存在氢键, 故  $NH_3$  沸点高于  $PH_3$ ;  $NH_3$  中 N 原子上有一个孤电子对,  $H_2O$  中 O 原子上有两个孤电子对, 孤电子对与成键电子对间的排斥力比成键电子对间的排斥力大, 所以  $H_2O$  的键角小于  $NH_3$  的键角。

(4) 由图知, 黑色小球有  $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$  个, 灰色小球有  $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$  个, 比例为 1 : 2, 由化学式  $AlCr_2$  知, 黑色小球代表 Al 原子, 灰色小球代表 Cr 原子, 则处于顶角位置的是 Al 原子;

该晶胞中有两个 Al, 其体积为  $2 \times \frac{4}{3} \pi r_{Al}^3$ , 有 4 个 Cr, 其

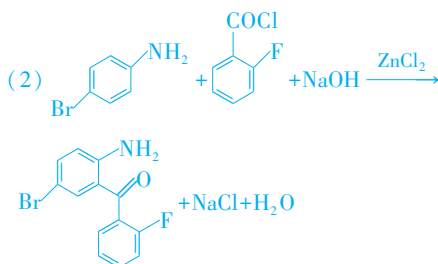
体积为  $4 \times \frac{4}{3} \pi r_{Cr}^3$ , 立方体的体积为  $a^2 c$ , 故金属原子空间占有率

$$\text{为} \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi r_{Al}^3 + 4 \times \frac{4}{3} \pi r_{Cr}^3}{a^2 c} \times 100\% = \frac{8\pi(2r_{Cr}^3 + r_{Al}^3)}{3a^2 c} \times 100\%。$$

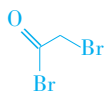
**易错警示** 金属原子空间占有率计算时要注意晶胞中球的个数和立方体体积的计算。

### 36. (15 分)

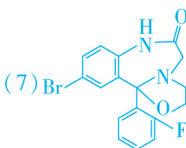
(1) 2-氟甲苯 (或邻氟甲苯)



(3) 氨基、氟原子、溴原子、羰基 (4)

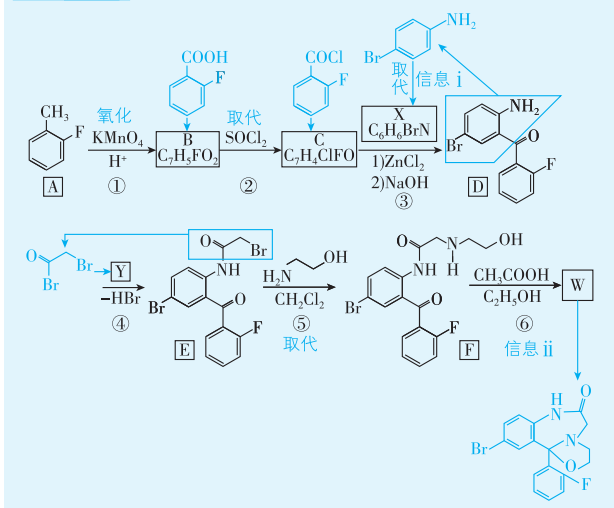


(5) 取代反应 (6) 10 (7)

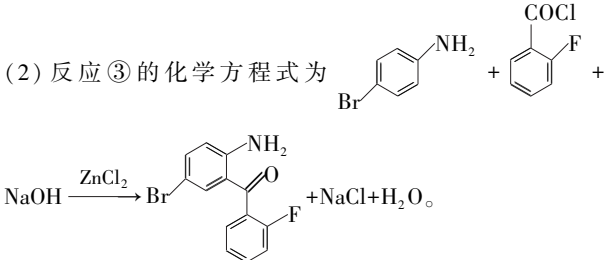


**【命题点】**有机物的结构与性质的相关知识,涉及有机物的命名、化学方程式的书写、官能团名称、同分异构体的书写等。

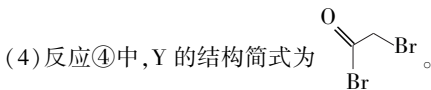
### 思路分析



**【解析】**(1) A 的化学名称是 2-氟甲苯或邻氟甲苯。

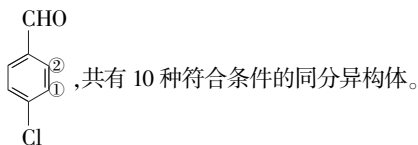
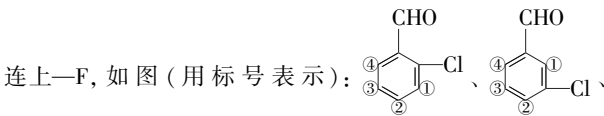


(3) D 具有的官能团名称是氨基、氟原子、溴原子、羰基。



(5) 反应⑤的反应类型是取代反应。

(6) 能发生银镜反应说明有醛基或甲酸酯基, 结合 C 的分子式可知苯环上共有 3 种取代基, 先确定两种取代基(如—CHO、—Cl)的位置, 有邻、间、对三种位置关系, 然后在此基础上分别



**关键点拨** 由高锰酸钾氧化推导出 B 的结构简式,从而实现后面的取代反应是关键;同分异构体的书写要注意有序性。

**学霸解题·易错** 天津大学 刘鑫蕊

书写复杂有机分子的结构时,注意千万不要漏掉原子或官能团。写产物的结构简式时可以先将反应物中不变的部分照抄,变化的部分重新连接,再去美化结构。不要因为“图好看”导致遗漏碳原子。

### 37. (1) 蛋白质 碳源

(2) 蛋白酶 脂肪酶 氨基酸 异养好氧

(3) 原核生物 乙醇和  $\text{CO}_2$  食盐

**【命题点】** 工业生产中涉及的发酵工程的相关知识

**【解析】** (1) 微生物培养过程中一般需要碳源、氮源、无机盐和水。大豆中富含蛋白质,其组成元素为 C、H、O、N 等,故大豆中的蛋白质可为米曲霉的生长提供氮源。小麦中的淀粉是植物的储能物质,其组成元素为 C、H、O,可以作为碳源供米曲霉生长利用。

(2) 分解蛋白质的酶叫蛋白酶,分解脂肪的酶叫脂肪酶。蛋白质水解的产物是小分子的肽和氨基酸。由题述“加入大豆、小麦和麦麸可以为米曲霉的生长提供营养物质”“通入空气并搅拌”可知,米曲霉需要外界提供有机物和氧气,因此米曲霉的代谢类型是异养好氧型。

(3) 乳酸菌属于原核生物,无氧呼吸产生乳酸;酵母菌属于真核生物,无氧呼吸产生乙醇和  $\text{CO}_2$ 。由题图可知,发酵池中有米曲霉发酵阶段的产物,还有发酵池发酵阶段添加的食盐,食盐可以通过提高发酵液的渗透压来抑制杂菌生长。

**关键点拨** 解答本题的关键是熟练运用微生物发酵工程相关知识,明确微生物生长所需的碳源、氮源、无机盐等一般来自哪些营养物质。解答第(3)小题最后一空时,可快速读图进行针对性解题。

**刷有所得** ①物质的组成元素:蛋白质的组成元素为 C、H、O、N,有些还含有 S;核酸和磷脂的组成元素均为 C、H、O、N、P,淀粉和脂肪的组成元素为 C、H、O;②要注意区别分解和氧化分解,分解是指水解,人体消化道内存在大量水解酶,可以将某些大分子物质水解为可被人体吸收的小分子营养物质,氧化分解是指将有机物分解为无机物同时释放能量的过程;③生物根据是否需要氧气可以分为好氧生物、厌氧生物和兼性厌氧生物;根据是否需要外界提供营养物质可以分为自养型生物和异养型生物,自养型生物可以利用光能进行光合作用或利用化学能进行化能合成作用,将无机物转化为自身所需有机物,异养型生物只能利用现成的有机物为生命活动提供所需的物质与能量。

### 38. (1) *EcoR* I 和 *Pst* I *EcoR* I、*Sma* I、*Pst* I、*EcoR* V

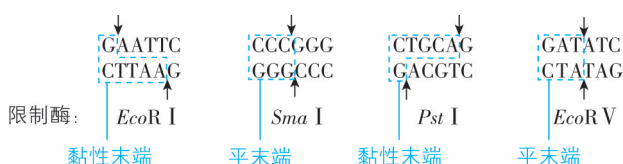
(2) 磷酸二酯键

(3) 自我复制 限制酶切割位点 将待筛选的宿主细胞接种到含该抗生素的培养基中,能够生长的是含有质粒载体的宿主细胞

(4) RNA 聚合酶识别、结合并启动转录的 DNA 片段

**【命题点】** 基因工程三种工具的种类、作用和特点

**【题图解读】**



黏性末端可以用 *E. coli* DNA 连接酶连接。T<sub>4</sub> DNA 连接酶既可以连接双链 DNA 片段互补的黏性末端，又可以连接双链 DNA 片段的平末端

【解析】(1) 见“题图解读”。

(2) DNA 连接酶可催化目的基因片段与质粒载体片段之间形成磷酸二酯键，从而将目的基因片段与质粒载体片段连接起来。

(3) DNA 重组技术中所用的质粒载体具有一些特征，如质粒 DNA 分子上有复制原点，可以保证质粒在受体细胞中能自我复制。质粒 DNA 分子上有限制酶切割位点，以便于外源 DNA 插入，质粒 DNA 分子上有标记基因，若为某种抗生素抗性基因，则利用这种抗生素可筛选出含质粒载体的宿主细胞，方法是在培养基中加入与标记基因相对应的某种抗生素后，将导入了目的基因的宿主细胞在该培养基中培养，只有含质粒载体的宿主细胞可以生长，故可筛选出含质粒载体的宿主细胞。

(4) 表达载体含有启动子，启动子是指一段有特殊结构的 DNA 片段，位于基因的首端，是 RNA 聚合酶识别和结合的部位，有了它才能驱动基因转录出 mRNA。

#### 刷有所得 能作用于磷酸二酯键的酶

①使磷酸二酯键断开：DNA(水解)酶、限制酶、RNA(水解)酶；②使磷酸二酯键形成：DNA 聚合酶、DNA 连接酶、RNA 聚合酶、RNA 复制酶、逆转录酶。