

## 专题二 细胞代谢

### 考点3 物质出入细胞的方式

#### 1. C 【必刷知识】渗透作用

【解析】由于细胞 a 在水分交换达到平衡时细胞的体积增大,说明细胞吸水,则水分交换前,细胞 a 的细胞液浓度大于外界蔗糖溶液的浓度,A 正确;分析题意,水分交换前,试管 c、d 装有相同浓度蔗糖溶液,但水分交换后,c 试管中的细胞吸水,c 中蔗糖溶液浓度变大,d 试管中细胞失水,d 中的蔗糖溶液浓度变小,故水分交换后,试管中蔗糖溶液浓度大小关系为 d 溶液 < c 溶液,B 正确;水分交换平衡时,细胞 a 的细胞液浓度等于 c 中溶液浓度,细胞 b 的细胞液浓度等于 d 中溶液浓度,故两者细胞液浓度不同,C 错误;在一定的蔗糖溶液中,细胞 b 发生了质壁分离,水分交换达到平衡时,其细胞液浓度等于外界蔗糖溶液的浓度,D 正确。

#### 2. ABD 【必刷知识】渗透作用

【解析】一段时间后,漏斗液面上升,说明初始时  $S_1$  溶液的浓度大于  $S_2$  溶液,达到渗透平衡时,漏斗内外液面差形成的一定的压力,会阻止  $S_2$  溶液中的水分进入  $S_1$  溶液,故平衡时两溶液的浓度关系仍是  $S_1 > S_2$ ,A 错误;根尖分生区细胞没有中央大液泡,主要靠吸胀作用吸水,B 错误;根尖成熟区细胞的原生质层相当于一层半透膜,将根尖成熟区细胞置于  $S_2$  溶液中,渗透失水平衡时,水分子进出细胞的速率平衡,细胞液浓度可能等于  $S_2$  溶液浓度,C 正确;分析题图可知,漏斗内液面上升,则漏斗内溶液( $S_1$ )浓度大于漏斗外溶液( $S_2$ ),红细胞细胞内液浓度 =  $S_2$  溶液浓度,将该红细胞置于  $S_1$  溶液中,红细胞会发生渗透失水,D 错误。

#### 3. (1) 西葫芦成熟细胞具有的原生质层相当于半透膜;原生质层外侧的外界溶液和细胞液之间存在浓度差

(2) 原生质层伸缩性大于细胞壁的伸缩性

(3)  $0.4 \sim 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  1、2、3、4、5

(4) 升高 蔗糖溶液浓度过大,西葫芦条细胞失水过多已死亡

【必刷题型】实验探究—质壁分离与复原

【解析】(1) 成熟的植物细胞的吸水和失水是通过渗透作用完成的,渗透作用的发生条件是具有半透膜,半透膜两侧溶液存在浓度差。

(2) 西葫芦条的质量变化百分比大于 0 时细胞吸水,西葫芦条的质量变化百分比小于 0 时细胞失水,第 1、2、3、4 和 5 组西葫芦条细胞吸水,第 6 和 7 组西葫芦条细胞失水,液泡体积变小。由于原生质层比细胞壁的伸缩性大,当细胞不断失水时,原生质层就会与细胞壁逐渐分离开来,也就是逐渐发生了质壁分离。

(3) 蔗糖溶液浓度为  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,西葫芦条细胞吸水,蔗糖溶液浓度为  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,西葫芦条细胞失水,则其细胞液浓度在  $0.4 \sim 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  之间。当细胞吸水时,由于细胞壁的伸缩性很小,故细胞体积基本不变,即细胞吸水时,西葫芦细胞中原生质体长度/细胞长度 = 1,细胞吸水对应的实验组为第 1、2、3、4、5 组。

(4) 第 1、2、3、4、5 组西葫芦条细胞吸水量依次减少,细胞液浓度

减小量依次减少;第 6、7 组西葫芦细胞失水量依次增加,细胞液浓度依次升高。整个实验过程中细胞都有活性,第 6、7 组的细胞液浓度依次升高,且都高于前 5 组,因此实验结束后,第 1~7 组西葫芦条细胞的细胞液浓度依次升高。若增加一组实验,使蔗糖溶液浓度为  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,西葫芦条细胞可能失水过多而死亡,原生质层失去选择透过性,将西葫芦条放在清水中,一段时间后,西葫芦细胞不能发生质壁分离复原现象。

#### 4. B 【必刷知识】物质跨膜运输的特点

**【解析】**离子也可以通过协助扩散进入细胞,A 错误;协助扩散是顺浓度梯度进行的,不需要消耗能量,需要膜上的转运蛋白协助,主动运输的特点是需要载体蛋白和能量,故协助扩散和主动运输都需要膜蛋白参与,B 正确;葡萄糖可以通过协助扩散进入哺乳动物成熟的红细胞,C 错误;有细胞壁和大液泡的植物细胞,当细胞内外存在浓度差时,细胞可能会发生质壁分离或复原,动物细胞无细胞壁,即使细胞内外存在浓度差,也不会发生质壁分离或复原,D 错误。

#### 5. B 【必刷知识】物质跨膜运输的方式

**【解析】**生物大分子通过胞吞进入细胞时,首先与膜上的蛋白质结合,进行被运输物质的识别,从而引起这部分细胞膜内陷形成小囊,包围大分子,然后小囊从细胞膜上分离下来形成囊泡,进入细胞内部,但该膜蛋白并非载体蛋白,A 错误;水分子可以通过自由扩散或协助扩散的方式进出细胞,当借助水通道蛋白以协助扩散的方式进出细胞时,水分子不需要与水通道蛋白结合,B 正确;酵母菌无氧呼吸的终产物是酒精和  $\text{CO}_2$ ,输出细胞的方式为自由扩散,不消耗能量,但是运输速率受温度影响,C 错误;借助载体蛋白的跨膜运输方式可能是协助扩散或主动运输,借助通道蛋白的跨膜运输方式是协助扩散,协助扩散不消耗能量,主动运输需消耗能量,D 错误。

#### 6. C 【必刷题型】物质跨膜运输方式

##### 题图解读

分析题图可知,甲逆浓度梯度跨膜运输,需要消耗能量,为主动运输;丙顺浓度梯度跨膜运输,需要载体蛋白的协助,为协助扩散;乙逆浓度梯度跨膜运输,需要载体蛋白的协助,为主动运输,需要的能量来自因丙浓度差产生的电化学势能。

**【解析】**转运蛋白 M 顺浓度梯度运输丙,逆浓度梯度运输乙,乙和丙的跨膜运输方式属于反向协同转运,A 正确;转运蛋白 L 逆浓度梯度转运甲,方式为主动运输,所以转运蛋白 L 属于载体蛋白,转运甲时会发生空间结构的改变,B 正确;细胞吸收甲时所消耗的能量主要来自线粒体产生的 ATP,吸收乙时所消耗的能量主要来自丙浓度差产生的势能,C 错误;甲、乙、丙的运输均需要转运蛋白,所以甲、乙、丙的运输速率均受到转运蛋白数量的限制,D 正确。

#### 7. B 【必刷知识】物质跨膜运输方式的判断

**【解析】** $\text{H}^+$ 从细胞质基质转运到液泡的跨膜运输需要消耗水解无机磷酸释放的能量,运输方式是主动运输,A 正确; $\text{Na}^+$ 通过  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋白的跨膜运输方式为主动运输,所需要的能量由  $\text{H}^+$  浓度梯度产生的势能提供,B 错误; $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋

白的存在可以将液泡中的  $\text{H}^+$  排出,有利于调节细胞内的酸碱度,C 正确;加入  $\text{H}^+$  转运焦磷酸酶抑制剂后, $\text{H}^+$  从细胞质基质进入液泡中受阻, $\text{H}^+$  浓度梯度产生的势能减小,会降低  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  逆向转运蛋白的运输速率,D 正确。

## 8. C 【必刷知识】物质进出细胞的方式

【解析】不同转运蛋白对果糖运输的专一性程度可能不同,GULT5 对果糖运输具有高度专一性,GULT2 可以转运葡萄糖、半乳糖和果糖,A 正确;果糖在 GULT5 协助下顺浓度梯度从肠腔转运到小肠上皮细胞内的方式为协助扩散,B 正确;葡萄糖和半乳糖进入小肠上皮细胞的方式为主动运输,需要与 GULT4 结合,C 错误;图中  $\text{Na}^+$  进细胞的方式为协助扩散,出细胞时通过  $\text{Na}^+$  泵运输属于主动运输,D 正确。

## 考点 4 降低反应活化能的酶

### 1. B 【必刷知识】酶的作用

【解析】当受到镉胁迫时,添加适宜浓度的水杨酸可降低丙二醛和  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量,有效缓解镉对苦草的氧化胁迫,故镉可能是通过诱导细胞产生过量丙二醛和  $\text{H}_2\text{O}_2$  而对苦草产生氧化胁迫的,A 正确;酶作为催化剂,作用机理是降低化学反应所需的活化能,而非提供能量,B 错误;结合题干“添加适宜浓度的水杨酸可激活苦草体内的抗氧化酶系统,降低丙二醛和  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量”可推测,苦草体内的抗氧化酶系统中可能包含  $\text{H}_2\text{O}_2$  酶,该酶会通过催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解来降低  $\text{H}_2\text{O}_2$  含量,故水杨酸可能通过增强抗氧化酶的活性来提高苦草的抗逆性,C、D 正确。

### 2. D 【必刷知识】酶的特性

【解析】胃蛋白酶能水解多种蛋白质,催化底物都为蛋白质,能体现酶的专一性,A 错误;多酶片进入小肠后,由于作用环境改变,胃蛋白酶的活性会减弱,B 错误;该多酶片碾碎后,内部的胰蛋白酶等会暴露在胃液中,导致这些酶失活,故碾碎后服用的功效与直接服用不同,C 错误;由于胃蛋白酶本质也是蛋白质,进入小肠后可能会被胰蛋白酶水解,D 正确。

### 3. A 【必刷题型】图表分析—影响酶活性的因素

【解析】甲曲线表示在适宜条件下,某酶促反应速率与反应物浓度之间的关系,B 点限制反应速率的因素最可能是酶浓度,故 B 点适当增加酶的浓度,反应速率可能会增大,A 正确;低温时,酶活性低,反应速率不为 0,而 pH 过低时,酶完全失活,反应速率为 0,因此乙曲线代表温度对酶促反应速率的影响,丙曲线代表 pH 对酶促反应速率的影响,图中 E 点时的温度代表该酶的最适温度,H 点时的 pH 代表该酶的最适 pH,B 错误;丙曲线代表 pH 对酶促反应的影响,G 点时的 pH 过低,酶的空间结构可能已经遭到破坏,此时向反应系统中加入某试剂提高 pH,酶促反应速率不一定会加快,C 错误;酶应该在最适 pH、低温下保存,由图示分析可知,图中 H 点(最适 pH)有利于酶的保存,而 E 点不适合保存酶,D 错误。

### 4. (1) 专一 (2) 预实验 维持 pH 的稳定 (3) 重金属使酶变性 (4) 等量的 ICCG 溶液 72 对苯二甲酸(PTA)含量

【必刷能力】实验探究—酶的特性相关实验

【解析】(1) 由于酶具有专一性,所以 ICCG 能催化涤纶水解却不能催化橡胶水解。

(2)为探究 ICCG 水解涤纶的适宜温度,科研工作者先在 40~90 ℃ 进行预实验,再选取 60~80 ℃ 进行实验,保证了实验设计的科学性和可行性。本实验测定酶的催化反应速率与温度的关系,所以为了减少误差,需要在最适 pH 条件下进行,故反应体系中加入磷酸缓冲液是为了维持 pH 的稳定。

(3)附着在涤纶表面的重金属污染物可降低 ICCG 活性,原因是重金属可以改变酶的结构从而使酶失活,即重金属使酶变性。

(4)本实验是探究不同浓度的铜离子对 ICCG 活性的影响,故自变量是铜离子的浓度,即需要在不同浓度的铜离子溶液中处理 ICCG,其他条件应该相同且适宜。涤纶的水解产物是对苯二甲酸(PTA),则可通过检测对苯二甲酸(PTA)的含量推测铜离子浓度对 ICCG 活性的影响。步骤一:向等量的三种浓度的铜离子溶液中分别滴加等量的 ICCG 溶液,随后在 72 ℃ 下处理 30 min。步骤二:各组在三角瓶中加入适量的涤纶、磷酸缓冲液,再分别加入等量的上述三组溶液,在适宜条件下反应 8 h,检测并比较对苯二甲酸(PTA)含量,推测铜离子浓度对 ICCG 活性的影响。

### 考点5 细胞的能量“货币”ATP

#### 1. D 【必刷知识】ATP 的结构

【解析】ATP 中的 A 代表腺苷,是由一分子核糖和一分子腺嘌呤组成的,是构成 ATP 和部分酶(化学本质为 RNA 的酶)的组成成分,A 正确;ATP 是直接能源物质,萤火虫发光需要 ATP 供能,其生物学意义是传递求偶信号等,B 正确;叶绿体类囊体膜在光反应阶段可产生 ATP,线粒体中进行的有氧呼吸第二、三阶段可产生 ATP,有氧和无氧呼吸的第一阶段可在细胞质基质产生 ATP,C 正确;ATP 的中文名称是腺苷三磷酸,其结构可简写为 A—P~P~P,D 错误。

#### 2. B 【必刷题型】图表分析—ATP 与 ADP 的相互转化

【解析】ATP 与 ADP 彻底水解后的产物种类都是腺嘌呤、核糖和磷酸,因此种类完全相同,A 错误;运动时肌细胞中 ATP 含量较少,但细胞内能时刻不停地进行着①过程和②过程,保证细胞生命活动的能量供应,B 正确,D 错误;①过程与②过程相互转化的过程中,物质是可逆的,但能量是不可逆的,C 错误。

#### 3. ABD 【必刷知识】ATP 的结构及功能

【解析】甲→乙所示过程为 ATP 水解为 ADP 的过程,会释放出能量,一般与生物体内的吸能反应相联系,A 错误;ATP 与 ADP 可迅速相互转化,即使剧烈运动人体细胞内乙(ADP)含量也不会明显增加,B 错误;丙只含一个磷酸,为 AMP(腺嘌呤核糖核苷酸),是 RNA 的基本组成单位之一,C 正确;丁为腺苷,戊为磷酸,所以戊既为脱氧核苷酸的组成成分,也是核糖核苷酸的组成成分,但是丁(腺苷)不是脱氧核苷酸的组成成分,D 错误。

#### 易错警示 关于 ATP 的几个易错点

(1)ATP 是驱动细胞生命活动的直接能源物质。

(2)ATP 在活细胞中的含量较少,ATP 与 ADP 可迅速相互转化,细胞内 ATP 与 ADP 相互转化的能量供应机制,普遍存在于生物界中,是生物界的共性。

(3)细胞内的吸能反应一般与 ATP 水解相联系,放能反应一般与 ATP 的合成相联系。

#### 4. ABC 【必刷能力】图表分析—ATP 的结构及功能

【解析】ADP 是 ATP 水解掉一个磷酸基团形成的,ATP 与 ADP 具有相同的组成元素和核糖,均含有可转移的磷酸基团,A 错误;细胞内放能反应一般与 ATP 的合成相联系,适宜光照下,叶肉细胞内的许多放能反应伴随着 ATP 的合成,B 错误;蛋白质被磷酸化激活的过程中,ATP 水解释放的磷酸基团转移到蛋白质上,所以周围环境中不会有磷酸分子的积累,C 错误; $\text{Ca}^{2+}$  逆浓度梯度进入细胞是主动运输,需要消耗能量,因此该过程可能需要蛋白激酶作用,使载体蛋白的空间结构发生变化,D 正确。

#### 5. D 【必刷能力】图表分析—ATP 的结构与功能

##### 题图解读

过程①可表示光合作用的光反应阶段,发生在叶绿体的类囊体薄膜上;过程②③可表示光合作用的暗反应阶段,发生在叶绿体基质;过程④⑤可表示细胞呼吸;过程⑥表示 ATP 的水解,为各项生命活动供能。

【解析】过程②⑥是 ATP 的水解,释放能量,通常与吸能反应相联系,A 正确;叶肉细胞内③的速率大于④的速率时,植物干重不一定增加,因为还有其他不能进行光合作用的细胞通过呼吸作用消耗有机物,B 正确;过程③可表示光合作用的暗反应阶段,其产物为糖类,可在细胞内转化为氨基酸、脂肪等其他有机物,C 正确;并非所有生物体内都存在 ATP 与 ADP 相互转化的能量供应机制,比如病毒不存在该机制,只能寄生在其他生物的活细胞内,体内不存在 ATP 与 ADP 相互转化的能量供应机制,D 错误。

### 考点 6 细胞呼吸的原理与过程

#### 1. A 【必刷题】图表分析—细胞呼吸的过程及意义

【解析】人和酵母菌有氧呼吸产物是一样的,无氧呼吸的产物是不同的,根据图示分析可知,条件 X 为无氧,条件 Y 为有氧。物质 a 为水,物质 b 为  $\text{CO}_2$ ,物质 c 为乳酸,物质 d 为酒精。条件 X 下酵母菌细胞进行无氧呼吸,有机物不能彻底氧化分解,所以葡萄糖中能量的去向有 3 处,即储存在酒精中、以热能的形式散失、储存在 ATP 中,A 正确,C 错误。人在马拉松运动中所需能量主要来自有氧呼吸,即条件 Y 下葡萄糖的氧化分解,B 错误。人体细胞和酵母菌都能在条件 X 或 Y 下进行细胞呼吸,但人属于需氧型生物,酵母菌属于兼性厌氧型生物,D 错误。

#### 2. C 【必刷能力】图表分析—有氧呼吸和无氧呼吸

##### 题图解读

根据题图分析,当储藏天数小于等于 10 天时,两组蓝莓的  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值等于 1,说明都只进行有氧呼吸;当储藏天数大于 10 天时,对照组的  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值大于 1,说明对照组蓝莓既进行有氧呼吸,也进行无氧呼吸;当储藏天数大于 20 天时,处理组蓝莓的  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值大于 1,说明处理组蓝莓既进行有氧呼吸,也进行无氧呼吸。

【解析】蓝莓只进行有氧呼吸时, $\text{O}_2$  的吸收量与  $\text{CO}_2$  的释放量相等,无氧呼吸不吸收  $\text{O}_2$  只释放  $\text{CO}_2$ , $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值大于 1,表明蓝莓既进行有氧呼吸,又进行无氧呼吸,A 正

确。第 20 天,处理组蓝莓的  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值等于 1,只进行有氧呼吸;对照组该比值大于 1,存在无氧呼吸,故对照组乙醇产生量高于处理组,B 正确。第 40 天,对照组  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值等于 2,设有氧呼吸消耗的葡萄糖为  $x$ ,无氧呼吸消耗的葡萄糖为  $y$ ,则有关系式  $(6x+2y) \div 6x=2$ ,解得  $x:y=1:3$ ,无氧呼吸消耗的葡萄糖多,C 错误。分析曲线可知,储藏 10 天后,处理组蓝莓的  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量的比值小于对照组,说明贮藏蓝莓前用高浓度的  $\text{CO}_2$  处理适宜时间,能在一定程度上抑制其在贮藏时的无氧呼吸,D 正确。

### 3. D 【必刷题型】实验探究—酵母菌细胞呼吸方式

【解析】连接装置“c→a→b”酵母菌进行有氧呼吸,“d→b”酵母菌进行无氧呼吸,可用于探究酵母菌的呼吸作用类型,A 正确;连接装置“d→b”充分培养一段时间后,酵母菌进行无氧呼吸,从 d 培养瓶中取样,可检测有无酒精产生,B 正确;若 X 为 NaOH 溶液,可吸收二氧化碳,液滴的移动受氧气的影响,酵母菌同时进行有氧呼吸和无氧呼吸时装置 e 液滴向左移动,C 正确;若 X 为 NaOH 溶液,装置 e 液滴不移动,表示没有吸收氧气,装置 f 液滴向右移,说明产生了二氧化碳,说明酵母菌进行无氧呼吸,D 错误。

### 4. C 【必刷题型】细胞呼吸类型的判断

【解析】当氧气浓度为  $a$  时,产生酒精的量与释放二氧化碳的量相等,说明酵母菌只进行无氧呼吸,不进行有氧呼吸,无氧呼吸第一阶段在细胞质基质中有 ATP 的生成,A 正确;当氧气浓度为  $b$  时,产生二氧化碳的量多于产生酒精的量,此时酵母菌既进行有氧呼吸,也进行无氧呼吸,当氧气浓度为  $d$  时,不产生酒精,说明该点只进行有氧呼吸,不进行无氧呼吸,B 正确;设氧气浓度为  $c$  时,有氧呼吸消耗的葡萄糖是  $x$ ,无氧呼吸消耗的葡萄糖为  $y$ ,因此,有氧呼吸产生的二氧化碳为  $6x$ ,无氧呼吸产生的二氧化碳为  $2y$ ,无氧呼吸产生的酒精为  $2y$ ,由曲线得出关系式: $2y=6, 6x+2y=15$ ,解得  $x=1.5, y=3$ ,所以  $\frac{3}{3+1.5}=\frac{2}{3}$  的葡萄糖用于酵母菌的酒精发酵,C 错误;在  $a$  氧浓度下,酵母菌只进行无氧呼吸, $b$ 、 $c$  氧浓度下,酵母菌既进行有氧呼吸,也进行无氧呼吸, $d$  氧浓度下,酵母菌只进行有氧呼吸,无氧呼吸第一阶段及有氧呼吸的第一、二阶段都能产生  $[\text{H}]$ ,D 正确。

### 5. B 【必刷知识】无氧呼吸与有氧呼吸比较

【解析】第一周马铃薯块茎放在空气中,可以进行有氧呼吸,A 正确;第二周放在  $\text{N}_2$  中,无氧条件下马铃薯块茎进行无氧呼吸,其无氧呼吸的产物是乳酸,大部分能量存留在乳酸中,B 错误;第三周马铃薯块茎放在空气中,先进行有氧呼吸,其  $\text{CO}_2$  释放量先增大后减少,故有氧呼吸先强后弱,C 正确;马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸的过程是无氧呼吸第一阶段,该过程同时生成少量 ATP,D 正确。

### 6. C 【必刷能力】图表分析—有氧呼吸过程物质和能量变化

#### 题图解读

分析题图可知,a~e 表示的物质依次为丙酮酸、二氧化碳、 $[\text{H}]$ 、 $\text{O}_2$  和酒精;①~④表示的过程依次为有氧和无氧呼吸的第一阶段(在细胞质基质中完成),无氧呼吸的第二阶段(在细胞质基质中完成),有氧呼吸的第三阶段(在线粒体内膜上完成),有氧呼吸的第二阶段(在线粒体基质中完成)。



**【解析】**②表示无氧呼吸的第二阶段,在细胞质基质中进行;④表示有氧呼吸的第二阶段,在线粒体基质中进行,A 错误。图中物质 c 为  $[H]$ ,它能在有氧呼吸、无氧呼吸过程中产生,B 错误。①④③过程分别为有氧呼吸的三个阶段,其中物质 a、d 分别是丙酮酸和  $O_2$ ,C 正确。图中①②过程主要发生在小麦种子萌发的早期,其中 c 为  $[H]$ ,D 错误。

#### 7. D 【必刷知识】有氧呼吸和无氧呼吸的过程

**【解析】**酵母菌是真核生物,根据酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸的反应式可知,消耗等量葡萄糖,产生  $CO_2$  的量与消耗  $O_2$  的量之比为  $\frac{4}{3}$ ,A 正确;酵母菌无氧呼吸的整个过程发生在细胞质基质中,无氧呼吸的产物是酒精和二氧化碳,因此酵母菌无氧呼吸过程中,在细胞质基质中存在丙酮酸转化为乙醇的过程,B 正确;酵母菌有氧呼吸与无氧呼吸的产物不完全相同,直接原因是催化有氧呼吸和无氧呼吸的酶的种类不同,C 正确;供氧充足时酵母菌进行有氧呼吸,葡萄糖需在细胞质基质中分解为丙酮酸,丙酮酸进入线粒体被利用,D 错误。

#### 8. (1) 丙酮酸 ③

(2) 1:1 氧化分解有机物不彻底,还有大量的能量存在于乳酸中未释放出来

(3) 第一、二 运输和催化 协助扩散

**【必刷能力】**图表分析—葡萄糖代谢

**【解析】**(1) a 代表的物质为丙酮酸,不能在人体中进行的过程是③,③为植物体或一些微生物的无氧呼吸过程。

(2) 人体无氧呼吸过程既无氧气参与,也无二氧化碳生成,因此只考虑人体细胞的有氧呼吸。有氧呼吸分解葡萄糖时,消耗的氧气与产生的二氧化碳之比为 1:1。①④过程为无氧呼吸,对葡萄糖不能进行彻底的氧化分解,大部分能量储存在乳酸中,因此释放能量比①②过程少。

(3) 有氧呼吸第一、二阶段产生  $NADH$ ;膜上的蛋白质如 ATP 合成酶,起催化作用,同时也起运输物质的作用; $H^+$ 从线粒体内外膜间隙运回线粒体基质是经 ATP 合成酶内部的通道进行的,不消耗能量,为协助扩散。

### 考点 7 光合作用的原理与过程

#### 1. C 【必刷知识】叶绿体色素的提取和分离实验

**【解析】**分离叶绿体色素的原理是各色素在层析液中的溶解度不同,A 错误;提取叶绿体色素时加入  $CaCO_3$  是为了保护色素,加入  $SiO_2$  可使研磨更充分,B 错误;叶绿体中色素主要吸收红光和蓝紫光,白光穿过叶绿体滤液并色散后明显减弱的是红光区和蓝紫光区,C 正确;提取的叶绿体色素溶液,给予适宜的温度、光照、 $CO_2$ 、酶、 $C_5$  等才能进行光合作用,D 错误。

#### 2. B 【必刷题型】叶绿体中色素的种类、含量及功能

**【解析】**韭菜色素滤液分离出橙黄色、黄色、蓝绿色和黄绿色四种色素,而韭黄色素滤液只能分离出橙黄色和黄色色素,因此两组实验的结果①中共有色素带的颜色是黄色和橙黄色,说明叶绿素形成需要光,A 错误;研磨时加碳酸钙主要是防止叶绿素被破坏,韭黄中不含叶绿素,因此不加碳酸钙对滤液颜色的影响不

大,B 正确;提取色素的原理是其能溶解在有机溶剂无水乙醇中,C 错误;韭菜色素滤液分离出橙黄色、黄色、蓝绿色和黄绿色四种色素,而韭黄色素滤液只能分离出橙黄色和黄色色素,叶绿素主要吸收红光和蓝紫光,类胡萝卜素主要吸收蓝紫光,故两组实验的结果②中吸收光谱最明显的差异是红光区域,D 错误。

### 3. C 【必刷知识】光合作用暗反应阶段

【解析】 $\text{CO}_2$  的固定实质是在特定酶的作用下  $\text{CO}_2$  与  $\text{C}_5$  结合形成  $\text{C}_3$ ,ATP 不参与  $\text{CO}_2$  的固定,A 错误;暗反应中  $\text{CO}_2$  先与  $\text{C}_5$  结合形成  $\text{C}_3$ ,而  $\text{C}_3$  再经过一系列变化形成糖类,B 错误; $\text{C}_3$  被 NADPH 还原后可再形成  $\text{C}_5$ ,此过程中需要酶参与,C 正确;光照强度由强变弱时,会造成 NADPH 和 ATP 在短时间内减少, $\text{C}_5$  的合成速率下降,而其分解速率不变,所以短时间内  $\text{C}_5$  的含量会下降,D 错误。

### 4. A 【必刷题型】图表分析—温度对光合作用的影响

【解析】根据题意和题表分析可知,暗处理后的质量变化的绝对值表示 1 h 内植物呼吸消耗的有机物量,结合表中数据可知,29 ℃时,植物呼吸速率最快,即所给的温度中该植物呼吸作用的最适温度是 29 ℃;光照后与暗处理前质量变化量=1 h 光合作用产生有机物量-2h 呼吸作用消耗有机物量,即光合作用产生有机物量=光照后与暗处理前质量变化量+暗处理后质量变化量 $\times 2$ ,经过计算可知,27 ℃、28 ℃、29 ℃、30 ℃下的实际光合速率依次是 5 mg/h、7 mg/h、9 mg/h、3 mg/h,故 29 ℃时光合速率最快,即所给的温度中植物光合作用的最适温度是 29 ℃。所以该植物呼吸作用和光合作用的最适温度在所给的四个温度中都是 29 ℃,A 正确。30 ℃时,植物光合作用 1 小时积累的有机物量=1 h 光合作用产生有机物量-1 h 呼吸消耗有机物量=3-1=2 mg,而呼吸作用 1 h 消耗的有机物量为 1 mg,B 错误。根据以上分析可知,27 ℃、28 ℃和 29 ℃下光合作用 1 小时制造的有机物的量分别是 5 mg、7 mg、9 mg,C 错误。光合作用积累的有机物量=光合作用产生有机物量-呼吸消耗有机物量,根据表中数据计算可知,27 ℃、28 ℃、29 ℃下的光合作用 1 小时有机物积累量分别是 4 mg、5 mg、6 mg,D 错误。

### 5. C 【必刷知识】光合作用的过程

【解析】①为光反应阶段水光解产生的氧气,可进入线粒体用于有氧呼吸,也可释放到细胞外;②为 ATP,可为暗反应  $\text{C}_3$  的还原提供能量,A 正确。突然停止光照,短时间内 ATP 和 NADPH 的生成减少, $\text{C}_3$  的还原速率减慢,但  $\text{CO}_2$  的固定速率不变,故  $\text{C}_3$  的含量将增多,B 正确。光反应产生的 NADPH 用于暗反应  $\text{C}_3$  的还原,不能进入线粒体中被利用,C 错误。暗反应包括二氧化碳的固定和三碳化合物的还原, $^{14}\text{CO}_2$  中  $^{14}\text{C}$  元素的转移途径为  $^{14}\text{CO}_2 \rightarrow ^{14}\text{C}_3 \rightarrow (^{14}\text{CH}_2\text{O})$ ,D 正确。

### 6. ABD 【必刷题型】光合作用过程中的物质变化与能量变化

【解析】根据题干“原初反应中光能经色素的吸收和传递后使 PS I 和 PS II 上发生电荷分离产生高能电子”可知,原初反应实现了光能到电能的能量转化过程,A 正确;由题图可知,类囊体膜内外  $\text{H}^+$  浓度梯度的形成(即基质中的  $\text{H}^+$  浓度低,类囊体内腔中的  $\text{H}^+$  浓度高)与水光解、质体醌的转运以及  $\text{NADP}^+$  的还原有



关,B 正确;由题图可知,叶绿体基质中的  $H^+$  浓度低,类囊体内腔中的  $H^+$  浓度高,即  $H^+$  从类囊体内腔进入叶绿体基质属于顺浓度梯度运输,且需要载体蛋白,故图中  $H^+$  通过协助扩散进入叶绿体基质,C 错误; $C_3$  在光反应提供的 ATP 和 NADPH 的作用下还原生成  $C_5$  和糖类等有机物,D 正确。

7. (1)  $C_3$  (三碳化合物) 叶绿体的类囊体薄膜 细胞质基质 ②  
(2) B、D (3) 增多 (4) 增多 (5) b 叶片被截取部分在 6 h 内  
光合作用合成有机物的总量

【必刷知识】光合作用与呼吸作用的物质与能量代谢

【解析】(1) 图甲中,物质 X 是  $CO_2$  固定的产物,被还原成葡萄糖,因此是三碳化合物 ( $C_3$ );①是水的光解,产生  $O_2$ 、NADPH、 $e^-$ ,发生的场所是叶绿体的类囊体薄膜,③表示有氧呼吸的第一阶段,发生的场所是细胞质基质;ADP 是 ATP 水解产生的,①~⑤过程中,只有②过程 ( $C_3$  的还原) 消耗 ATP,能使 ADP 含量增多。

(2) 图乙中,AB 段, $CO_2$  含量逐渐增加,说明呼吸作用强于光合作用;BD 段, $CO_2$  含量逐渐减少,说明呼吸作用弱于光合作用;DE 段, $CO_2$  含量逐渐增加,说明呼吸作用强于光合作用;其中 B 点和 D 点对应的光合作用强度等于呼吸作用强度。

(3) 图乙中,由于 E 点的  $CO_2$  含量低于 A 点,说明该段时间内光合作用合成的有机物量大于呼吸作用消耗的有机物量,因此经过一昼夜后,番茄植株体内有机物含量增多。

(4) 图乙中,若在 B 点突然停止光照,光反应产生的 ATP 和 NADPH 减少, $C_3$  的还原减慢,但  $C_3$  的生成不变,故短时间内叶绿体中  $C_3$  含量将增多。

(5) 假设 a、b 叶片的初始质量均为 X。在适宜光照下照射 6 h,a 叶片只能进行呼吸作用消耗有机物,则其在 6 h 内消耗有机物的量为  $X - M_a$ ;b 叶片同时进行光合作用和呼吸作用,在 6 h 内积累有机物的量为  $M_b - X$ 。由此可知,b 叶片在 6 h 内合成有机物的量 = 6 h 内消耗有机物的量 + 6 h 内积累有机物的量 =  $M_b - M_a$ ,而  $M = M_b - M_a$ ,故 M 表示 b 叶片被截取部分在 6 h 内光合作用合成有机物的总量。

8. A 【必刷知识】 $C_3$  和  $C_4$  途径的区别

【解析】在玉米的维管束鞘细胞中光合作用所利用的  $CO_2$  来源有  $C_4$  分解释放和细胞呼吸产生等,A 错误;叶肉细胞中光合作用速率大于细胞呼吸速率时,对于整个植株来说,还有部分不能进行光合作用的细胞也要通过呼吸作用消耗有机物,故植物的干重不一定增加,B 正确;玉米的维管束鞘细胞能进行光合作用的暗反应,故玉米的有机物可在维管束鞘细胞通过  $C_3$  途径合成,C 正确;在干旱条件下,植物叶片中的气孔部分关闭,导致植物吸收的  $CO_2$  减少,相比于  $C_3$  途径, $C_4$  途径中的 PEP 羧化酶对  $CO_2$  的亲和力很高, $C_4$  进入维管束鞘细胞的叶绿体中分解产生  $CO_2$ ,故干旱条件下  $C_3$  途径植物光合速率比  $C_4$  途径植物小,D 正确。

9. B 【必刷知识】 $C_4$  植物和  $C_3$  植物的光合作用

【解析】分析题图可知,在低  $CO_2$  浓度下,浓度微提高, $C_4$  植物光合速率快速提高, $C_3$  植物在  $CO_2$  浓度很低时不进行光合作用,说明在低  $CO_2$  浓度下, $C_4$  植物光合速率更易受  $CO_2$  浓度变化的影

响,A 正确;根据图示,在  $C_4$  植物  $CO_2$  饱和点时,即横坐标为 400 左右时, $C_4$  植物的光合速率要比  $C_3$  植物的高,B 错误; $C_3$  植物的二氧化碳饱和点更高,能利用更多的二氧化碳,适当扩大  $C_3$  植物的种植面积,可能更有利于实现“碳中和”的目标,C 正确;在干旱条件下,气孔开度减小, $C_4$  植物能利用更低浓度的二氧化碳,生长效果要优于  $C_3$  植物,D 正确。

#### 快解

由题图可知,相比  $C_3$  植物, $C_4$  植物利用低浓度  $CO_2$  的能力更强,在高温、干旱、强光条件下,植物的部分气孔会关闭,导致  $CO_2$  供应减少,由于  $C_4$  植物利用低浓度  $CO_2$  的能力更强,因此  $C_4$  植物在高温、干旱、强光条件下生长能力更强。

### 10. A 【必刷知识】CAM 植物的光合作用

**【解析】**具有景天酸代谢途径的植物,晚上气孔开放, $^{14}CO_2$  进入细胞后在细胞质基质中与 PEP 结合生成 OAA,然后再转化为苹果酸而被固定,白天苹果酸运出液泡后放出 $^{14}CO_2$ , $^{14}CO_2$  首先与五碳化合物结合生成三碳化合物,随后三碳化合物被还原生成有机物,即 $^{14}C$  先后出现在 OAA、苹果酸、 $C_3$  和有机物中,A 错误;景天科植物多生长于沙漠等炎热地区,其特殊的  $CO_2$  固定方式为景天酸代谢途径(CAM),景天科植物夜晚开放气孔吸收  $CO_2$ ,白天关闭气孔,贮存的  $CO_2$  被释放后进入卡尔文循环参与代谢,上午 10 时,若突然降低外界  $CO_2$  浓度,对 CAM 植物光合作用无影响,故叶肉细胞中  $C_3$  含量短时间内将不会下降,B 正确;具有景天酸代谢途径的植物,白天气孔关闭,可以抑制蒸腾作用,夜晚气孔张开吸收二氧化碳,生成苹果酸贮存在液泡中,到了白天再释放出来进行光合作用,而普通植物没有这一途径,在高温、干旱环境中,很难进行光合作用,故高温、干旱环境中景天科植物比普通植物适应能力更强,C 正确;将该种植物置于黑暗密闭装置内,植物的气孔打开,吸收外界的  $CO_2$ ,装置中  $CO_2$  的变化速率表示呼吸速率产生的  $CO_2$  和从外界吸收的  $CO_2$  的总和,因此,将该种植物置于黑暗密闭装置内,装置中  $CO_2$  的变化速率不能表示呼吸速率,D 正确。

### 11. (1) $C_5$ $C_3$ 不需要

#### (2) 强 叶肉

(3) 高 夜晚没有光照,不能进行光反应,不能为暗反应提供 ATP 和 NADPH 减少水分散失,从而适应干旱环境

**【必刷能力】**图表分析—植物固定  $CO_2$  的途径

#### 题图解读

分析题图:图 1 是  $C_3$  植物  $CO_2$  固定途径的示意图,①是  $CO_2$  的固定,②是  $C_3$  的还原。分析图 2, $C_4$  植物是在叶肉细胞和维管束鞘细胞中进行  $CO_2$  的固定的,即  $C_4$  植物在不同细胞中进行  $CO_2$  的固定,而 CAM 植物是晚上在叶肉细胞的细胞质基质进行  $CO_2$  固定,白天在叶肉细胞叶绿体中进行  $CO_2$  固定的,所以 CAM 植物是在不同时间进行  $CO_2$  固定的。

**【解析】**(1)  $C_3$  植物吸收的二氧化碳在叶肉细胞的叶绿体基质中被  $C_5$  固定后,形成  $C_3$ ,该过程不需要光反应提供的 ATP 和 NADPH 参与。

(2) 据图 2 分析, $C_4$  植物固定  $CO_2$  的酶是 PEP 羧化酶,由于该

酶比 Rubisco 对  $\text{CO}_2$  的亲合力强,所以具有该酶的植物更能适应  $\text{CO}_2$  浓度较低的环境。据图 2 可知, $\text{C}_4$  植物首次同化  $\text{CO}_2$  的场所在叶肉细胞。

(3)据图 3 分析可知,CAM 植物在晚上气孔开放,吸收二氧化碳形成苹果酸,苹果酸进入液泡储存起来,白天苹果酸分解释放出二氧化碳用于卡尔文循环,因此 CAM 植物叶肉细胞液泡的 pH 白天比夜晚要高。由于夜晚没有光照,不能进行光反应,不能为暗反应提供 ATP 和 NADPH,故 CAM 植物夜晚能吸收  $\text{CO}_2$ ,却不能合成淀粉。CAM 植物大多分布于干旱地区,夜晚开放气孔,吸收二氧化碳形成苹果酸并储存起来,以满足光合作用的需求,白天关闭气孔,降低蒸腾作用,减少水分的散失,因此 CAM 植物将固定和利用  $\text{CO}_2$  的过程在时间上分隔开可减少水分散失,从而适应干旱环境。

## 12. AB 【必刷能力】信息提取—光呼吸

【解析】高  $\text{O}_2$  含量环境中,光呼吸产生的  $\text{C}_2$  在线粒体中被分解产生  $\text{CO}_2$ ,而葡萄糖在细胞质基质中被分解为丙酮酸,然后才可以进入线粒体被分解,A 错误;在高  $\text{O}_2$  含量的环境中,五碳化合物与氧结合生成三碳化合物参与卡尔文循环,同时生成二碳化合物进入线粒体参与呼吸作用释放出二氧化碳,因此,在高  $\text{O}_2$  含量的环境中,植物能进行光合作用,B 错误; $\text{CO}_2/\text{O}_2$  的值增大时, $\text{CO}_2$  更多地与  $\text{C}_5$  结合转化为  $\text{C}_3$ ,有利于光合作用的进行,同时  $\text{C}_5$  与  $\text{O}_2$  反应生成的  $\text{C}_2$  减少,不利于光呼吸的进行,C 正确;光呼吸会使  $\text{C}_5$  转化为  $\text{C}_3$  和  $\text{C}_2$ ,减少叶绿体内  $\text{C}_3$  的合成量,降低光合作用效率,D 正确。

## 13. B 【必刷知识】光呼吸过程及生理意义

【解析】Rubisco 催化  $\text{CO}_2$  与  $\text{C}_5$  反应,即催化  $\text{CO}_2$  的固定,因此 Rubisco 发挥作用的场所是叶绿体基质,A 正确;Rubisco 与  $\text{CO}_2$  或  $\text{O}_2$  的亲合力取决于两种气体的相对浓度,相对浓度高的气体易与 Rubisco 结合并发生反应, $\text{CO}_2/\text{O}_2$  的值降低时, $\text{O}_2$  较多,有利于光呼吸的发生,不利于进行暗反应积累有机物,B 错误;夏季午间光照强度高,温度高,植物光反应速率高,产生  $\text{O}_2$  多,气孔导度低导致  $\text{CO}_2$  浓度低,易发生光呼吸,C 正确;抑制光呼吸可减少光呼吸有机物的消耗,增加光合作用有机物的产量,对提高作物光合效率与作物增产具有重要意义,D 正确。

## 14. C 【必刷题型】光呼吸的过程

【解析】卡尔文循环也称作暗反应过程,因此由 PGA 形成  $\text{C}_5$  的过程发生在叶绿体基质中,并且该过程需要光反应提供的 NADPH、ATP 参与,A 正确;GCGT 支路中,甘油酸可转化为 PGA,进而将碳重新回收进入卡尔文循环,B 正确;转基因属于基因重组,C 错误;GCGT 支路可以将部分碳重新回收进入卡尔文循环,利用于降低光呼吸消耗从而提高光合速率,D 正确。

## 15. (1) $\text{CO}_2$ 浓度升高可促进光合作用暗反应的进行,进而提高光合作用强度;同时还可促进 R 酶催化更多的 $\text{C}_5$ 与 $\text{CO}_2$ 结合,减少 $\text{C}_5$ 与 $\text{O}_2$ 的结合,从而降低光呼吸强度

(2)叶绿体基质 抑制 NADPH 和 ATP

(3)光呼吸使一部分碳以  $\text{CO}_2$  的形式散失,GOC 支路使光呼吸产生的  $\text{CO}_2$  直接在叶绿体内释放,提高了  $\text{CO}_2$  的利用率

【必刷知识】光合作用过程、光呼吸过程及意义

【解析】(1) 二氧化碳是光合作用暗反应过程的原料,  $\text{CO}_2$  浓度升高可促进光合作用暗反应的进行, 进而提高光合作用强度; 同时还可促进 R 酶催化更多的  $\text{C}_5$  与  $\text{CO}_2$  结合, 减少  $\text{C}_5$  与  $\text{O}_2$  的结合, 从而降低光呼吸强度, 故生产实际中, 可以通过适当升高  $\text{CO}_2$  浓度达到增产的目的。

(2) 分析题意可知, R 酶可催化  $\text{CO}_2$  与  $\text{C}_5$  结合生成  $\text{C}_3$ , 该过程是暗反应, 场所是叶绿体基质; 暗反应需要光反应提供的 NADPH 和 ATP, 而该产物与水的光解有关, 故干旱条件下, 暗反应受到抑制, 光呼吸可以消耗光反应积累的 NADPH 和 ATP。

(3) 结合题意可知, GOC 支路的作用是使光呼吸的中间产物  $\text{C}_2$  直接在叶绿体内代谢释放  $\text{CO}_2$ , 光呼吸使一部分碳以  $\text{CO}_2$  的形式散失, GOC 支路使光呼吸产生的  $\text{CO}_2$  直接在叶绿体内释放, 提高了  $\text{CO}_2$  的利用率, 故显著提高了水稻的光合速率和产量。

## 考点 8 细胞代谢综合

### 1. C 【必刷知识】环境条件骤变对物质含量的影响

【解析】当呼吸作用的底物只有糖类时,  $\text{O}_2$  吸收量不会大于  $\text{CO}_2$  释放量, A 错误;  $^{18}\text{O}$  是稳定同位素, 不具有放射性, 因此检测不到具有放射性的  $\text{CO}_2$ , B 错误; 若经过一昼夜, 密闭容器中  $\text{CO}_2$  的浓度降低, 说明该种子吸收了  $\text{CO}_2$  用于光合作用, 则萌发的种子已进行光合作用, C 正确; 突然光照减弱, 光反应减弱, ATP 和 NADPH 减少,  $\text{C}_3$  还原减弱, 生成的  $\text{C}_5$  减少, 短时间内  $\text{CO}_2$  固定消耗的  $\text{C}_5$  不变, 导致  $\text{C}_5$  含量降低, D 错误。

### 2. B 【必刷题型】环境条件骤变对物质含量的影响

【解析】经干旱处理后的植物根部细胞中细胞液浓度增大, 植物根部细胞吸水能力会上升, A 正确; 与干旱处理前相比, 干旱处理后该植物叶片气孔开度减小, 影响二氧化碳进入叶肉细胞, 使供应给光合作用所需的二氧化碳减少, 导致光合速率下降, 二氧化碳是暗反应的原料, B 错误; 生长正常的绿色植物置于密闭的玻璃容器内, 适宜条件下光照培养, 植物光合作用强度大于细胞呼吸强度, 会使容器内  $\text{CO}_2$  减少, 一段时间后, 光合速率会下降, C 正确; 将绿色植物转移至高浓度的  $\text{CO}_2$  环境中, 短时间内  $\text{C}_3$  的合成增加, 而  $\text{C}_3$  的还原不变, 因此  $\text{C}_3$  的含量会增加, D 正确。

### 3. C 【必刷能力】图表分析—环境条件骤变对物质含量的影响

#### 题图解读

植物的光合作用过程分为光反应阶段和暗反应阶段, 其中二氧化碳的吸收与气孔导度密切相关, 据图可知, 仙人掌叶肉细胞在夜晚气孔开放, 通过一系列反应将  $\text{CO}_2$  固定在苹果酸中, 贮存于液泡中, 白天气孔关闭, 但其可以利用苹果酸分解产生的  $\text{CO}_2$  进行光合作用。

【解析】据图可知, 仙人掌白天气孔关闭, 降低环境中  $\text{CO}_2$  的浓度对叶肉细胞内  $\text{CO}_2$  浓度基本没有影响,  $\text{CO}_2$  固定生成  $\text{C}_3$  的过程也几乎不受影响, 因此  $\text{C}_3$  的含量基本不变, A 正确; 白天较强光照时, 仙人掌光反应速率较大, 水光解产生  $\text{O}_2$  的速率可能大于苹果酸分解产生  $\text{CO}_2$  的速率, B 正确; 据图 1 可知, 仙人掌叶肉细胞中  $\text{CO}_2$  固定的场所在白天和夜晚有所不同, 夜晚主

要在细胞质基质中进行,白天在叶绿体基质中进行,夜晚时仙人掌利用 PEP 固定  $\text{CO}_2$ ,白天时进行卡尔文循环,利用  $\text{C}_5$  固定  $\text{CO}_2$ ,C 错误;夜晚,仙人掌叶肉细胞的细胞呼吸减弱,为苹果酸合成提供的 NADH 减少,同时产生的 ATP 减少,影响了 PEPC 的活化,使草酰乙酸合成量减少,进而导致苹果酸生成量减少,D 正确。

#### 4. C 【必刷知识】有氧呼吸和无氧呼吸过程及物质和能量变化

【解析】从图示可以看出,A 点有氧呼吸速率比 B、C 点高,在有氧呼吸过程中单位时间内生成的  $[\text{H}]$  最多,A 正确;与清水组比较,不同浓度的 M 溶液对该植物根系有氧呼吸速率降低均具有缓解作用,因为各实验组植物根系有氧呼吸速率均高于清水组,B 正确;有氧呼吸速率不宜用单位时间内  $\text{CO}_2$  的释放量来衡量,因为无氧呼吸也可能会有二氧化碳的释放,C 错误;M 溶液的浓度为  $30 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,淹水对该植物根系的有氧呼吸影响最小,因为在该浓度下,植物根系的有氧呼吸速率最高,D 正确。

#### 5. BD 【必刷知识】光合速率与呼吸速率变化情况

##### 题表解读

分析表格数据, $\text{CO}_2$  吸收速率表示净光合速率;黑暗条件下, $\text{CO}_2$  释放速率表示呼吸速率,温度影响酶的活性,此表格数据说明光合作用对温度变化更敏感。

【解析】该幼苗的光合作用和呼吸作用相比,温度从  $35^\circ\text{C}$  到  $40^\circ\text{C}$  时,净光合速率下降,而呼吸速率继续升高,说明光合作用对高温较敏感,A 正确;幼苗积累有机物的速率为净光合速率,数值最大的是  $25^\circ\text{C}$  时,B 错误; $55^\circ\text{C}$  时该幼苗向外释放的  $\text{CO}_2$  与黑暗时测得的呼吸作用释放的  $\text{CO}_2$  量相同,因此光合速率为 0,可能是由于高温导致与光合作用有关的酶活性丧失,C 正确;光照条件下, $40^\circ\text{C}$  时整株幼苗的  $\text{CO}_2$  吸收速率为 0,因此幼苗叶肉细胞中光合速率大于呼吸速率,叶肉细胞中叶绿体产生的  $\text{O}_2$  的移动方向是从叶绿体移向线粒体和细胞外,D 错误。

#### 6. (1) 光照强度 在相同土壤含水量条件下,改变光照强度时光合速率变化较大,而在相同光照强度下,改变土壤含水量时光合速率变化较小

(2)  $\text{CO}_2$  供应不足 叶绿体类囊体薄膜 NADPH 和 ATP

(3) 炎热条件下,适当增大土壤含水量,气孔开放度提高,进入气孔的  $\text{CO}_2$  增多,光合速率提高

(4) 植物根部因缺氧进行无氧呼吸,根部能量供应不足,影响物质运输;无氧呼吸产生大量酒精而出现烂根现象等

##### 【必刷知识】影响光合作用的因素

【解析】(1) 分析题表可知,在相同土壤含水量条件下,改变光照强度时光合速率变化较大,而在相同光照强度下,改变土壤含水量时光合速率变化较小,因此光照强度对植物的光合速率影响较大。

(2) 引起植物“光合午休”的原因:一是气孔限制值增大引起  $\text{CO}_2$  供应不足,直接影响暗反应;二是温度升高,导致叶绿体类囊体薄膜上的光合色素或者酶的活性降低,使光反应减弱,供给暗反

应的 NADPH 和 ATP 减少,导致叶片光合作用能力降低。

(3) 根据题意,炎热条件下,植物体内用于散失的水分的多少与气孔开放度大小呈正相关。因此在炎热条件下,适当提高土壤含水量,气孔开放度提高,进入气孔的  $\text{CO}_2$  增多,光合速率提高。

(4) 当土壤中含水量过高时,会导致土壤中含氧量降低,引起植物细胞的无氧呼吸,无氧呼吸产生能量较少,导致根部能量供应不足,影响物质的运输,同时由于无氧呼吸产生大量酒精,会出现烂根现象等,因此不利于植物的生长。

**7. D 【必刷题型】**图表分析—光照强度对阴生植物和阳生植物代谢的影响

**【解析】**阳生植物的光饱和点高于阴生植物,故曲线 A 表示红松,曲线 B 表示人参。光照强度为  $a$  时,对于人参(曲线 B)而言,光合作用速率与呼吸作用速率的比值( $\frac{P}{R}$ )为 1,白天 12 小时没有积累有机物,晚上进行呼吸作用消耗有机物,一昼夜后干重减少,而红松(曲线 A)在光照强度为  $a$  时, $\frac{P}{R} < 1$ ,一昼夜后干重也下降,A 错误;光照强度在  $b \sim d$  时,限制红松(曲线 A)  $\frac{P}{R}$  值增大的主要外界因素仍然是光照强度,在光照强度大于  $d$  之后,限制其  $\frac{P}{R}$  值增大的主要外界因素是  $\text{CO}_2$  浓度,B 错误;红松和人参的呼吸速率和真正光合速率数值未知,光照强度为  $c$  时,二者的  $\frac{P}{R}$  值相同,但净光合速率不一定相同,C 错误;对于人参(B 植物)而言,光照强度为  $a$  时, $\frac{P}{R} = 1$ ,为其光补偿点,若适当增加土壤中  $\text{Mg}^{2+}$  的含量,植物合成叶绿素增多,光补偿点变小,故一段时间后 B 植物的  $a$  减小,D 正确。

**8. D 【必刷题型】**实验探究—光合速率与呼吸速率的测定

**【解析】**图甲为光合作用最适温度条件下进行的实验,如果适当提高温度,其他条件不变,则总光合速率会降低,发生从  $b$  到  $a$  的变化,呼吸速率有可能升高,从而净光合速率可能降低,发生从  $b$  到  $a$  的变化,A 错误;若图乙表示图甲完全培养液中  $\text{SiO}_4^{4-}$  浓度,由  $a$  到  $b$  的变化表明了该植物对  $\text{SiO}_4^{4-}$  的吸收速率小于对水分吸收的相对速率,B 错误;若将图甲中的  $\text{CO}_2$  缓冲液换成质量分数为 1% 的 NaOH 溶液,其他条件不变,则当液滴不移动时,该植株光合速率等于呼吸速率,但叶肉细胞的光合速率大于呼吸速率,C 错误;突然停止光照或者光照减弱,光反应产生的 NADPH 和 ATP 减少, $\text{C}_3$  还原受阻,即  $\text{C}_5$  的来路受阻,短时间内  $\text{C}_5$  的去路不变,结果导致其含量下降,D 正确。

**9. (1) 还原  $\text{C}_3$  和提供能量 光能先转化成 ATP 和 NADPH 中活跃的化学能,最后转化成有机物中稳定的化学能 线粒体基质**

**(2) 上升 减小**

**(3) 虽然气孔导度减小,导致  $\text{CO}_2$  吸收减少,但是净光合速率减小幅度更大,叶肉细胞消耗  $\text{CO}_2$  更少**



#### (4) $\text{CO}_2$ 浓度 向右

#### (5) 6 18

**【必刷知识】**环境对光合速率与呼吸速率的影响及计算

**【解析】**(1) NADPH 是光反应产生的含有能量的还原剂,在暗反应中可用于还原  $\text{C}_3$  和提供能量。光反应中光能先转化成 ATP 和 NADPH 中活跃化学能,然后在暗反应中 ATP 和 NADPH 中活跃化学能转化为有机物中稳定化学能。马铃薯块茎细胞无氧呼吸产物是乳酸,不产生  $\text{CO}_2$ ,只有有氧呼吸产生  $\text{CO}_2$ ,故  $\text{CO}_2$  的产生场所为线粒体基质。

(2) 遮光后,光反应减弱,光反应产生的 ATP 和 NADPH 减少, $\text{C}_3$  的还原速率减慢, $\text{C}_3$  的消耗量减少,而短时间内  $\text{CO}_2$  固定速率不变, $\text{C}_3$  的合成不变,因此  $\text{C}_3$  的含量上升。若在正常生长的马铃薯块茎膨大期去除块茎,则叶片中光合产物向外运输减少,光合产物的积累会抑制细胞的光合作用,因此光合速率将减小。

(3) 据图 1 可知,遮光条件下,虽然气孔导度减小,导致  $\text{CO}_2$  吸收减少,但是净光合速率减小幅度更大,叶肉细胞消耗  $\text{CO}_2$  更少,因此胞间  $\text{CO}_2$  浓度的值都表现增大。

(4) 图 2 结果在适宜温度下测定,CD 段随光照强度增加,光合速率不再增加,因此限制叶片光合速率的主要环境因素不再是光照强度,而是  $\text{CO}_2$  浓度。若培养马铃薯的营养液中缺乏镁元素,则叶绿素合成减少,导致植物吸收光能减少,光合速率降低,而呼吸速率不变,为保证光合速率=呼吸速率,B 点应向右移动。

(5) 光照强度为 0 时,对应的  $\text{CO}_2$  释放量可表示呼吸作用强度,由图可知马铃薯叶片的呼吸速率是  $6 \text{ mg CO}_2/(\text{100 cm}^2 \text{ 叶} \cdot \text{h})$ 。真光合速率=净光合速率+呼吸速率,当光照强度为  $7 \text{ klx}$  时,马铃薯叶片进行光合作用每  $100 \text{ cm}^2$  叶每小时利用  $\text{CO}_2 = 12 + 6 = 18 \text{ mg}$ 。

#### 10. B 【必刷题型】图表分析—植物的光合作用和呼吸作用

**【解析】**图 2 中 ab 段植物同时进行光合作用和呼吸作用,叶绿体中 ADP 从基质向类囊体膜运输,A 正确;真正光合速率=净光合速率+呼吸速率,由 ab 段可以计算出前 30 min 净光合速率平均为  $(1680 - 180) \div 30 = 50 \text{ (ppm CO}_2/\text{min)}$ ,由 bc 段可以计算出呼吸速率平均为  $(600 - 180) \div 30 = 14 \text{ (ppm CO}_2/\text{min)}$ ,因此前 30 min 真正光合速率平均为  $50 + 14 = 64 \text{ (ppm CO}_2/\text{min)}$ ,B 错误;题干中指出,该实验在最适温度条件下进行,因此适当提高温度进行实验,光合速率下降,导致该植物光合作用的光饱和点将下降,C 正确;若第 10 min 时突然黑暗,将导致光反应产物 ATP 和 NADPH 减少,暗反应中  $\text{C}_3$  的还原减弱, $\text{C}_3$  的消耗量减少,短时间内形成的  $\text{C}_3$  不变,导致叶绿体基质中  $\text{C}_3$  的含量将增加,D 正确。

#### 11. B 【必刷知识】黑白瓶法测光合速率与呼吸速率

**【解析】**白瓶中 24 小时后的溶解氧为初始溶解氧+光合生产量-呼吸消耗量,A 错误;黑瓶中生物只进行呼吸作用,所以瓶中呼吸消耗氧气量代表了湖水中所有生物的呼吸强度,24 小时消耗

的氧气为  $10-3=7$  mg, B 正确;  $a$  光照强度下, 白瓶中生物 24 小时后溶解氧的含量还是 10, 说明净光合作用等于 0, 即  $a$  光照强度下, 刚好满足瓶中生物对氧气所需量, C 错误;  $a$  光照强度下, 白瓶中生物 24 小时光合作用产生的氧气量为  $10-10+7=7$  mg, D 错误。

## 12. (1) $\text{NaHCO}_3$ 绿色植物

### (2) 遮光 1.5

(3) 植物的光合速率=呼吸速率 植物的净光合速率是 1 mg/h  
1.5

(4) 25 植物的净光合速率=呼吸速率 等于

【必刷题型】光合速率的测定方法

【解析】(1) 若用甲图装置测定  $20^\circ\text{C}$  条件下的光合速率, 则 X 溶液一般应为  $\text{NaHCO}_3$  溶液, 为植物的光合作用供  $\text{CO}_2$ , 同时需要适宜的光照强度。为了排除环境中无关因素的影响, 还需要设计除绿色植物(将植物换为死的植物)外均与实验组相同的对照组。

(2) 呼吸作用是消耗氧气排出二氧化碳的过程, 为排除光合作用的影响, 若用甲图装置测定  $20^\circ\text{C}$  条件下该植物的呼吸速率, 需要对该装置做遮光处理; 乙图中黑暗条件下  $\text{CO}_2$  的释放量表示呼吸速率, 据图可知, 此时 ( $20^\circ\text{C}$ ) 植物的呼吸速率为 1.5 mg/h。

(3) 图甲装置中若液滴右移, 表示有氧气的释放, 植物的光合速率>呼吸速率, 若左移, 证明呼吸速率>光合速率, 若在  $5^\circ\text{C}$  和一定的光照条件下, 发现图甲装置的有色液滴在 1 小时内没有移动, 其原因是植物的光合速率与呼吸速率相等; 若在适宜的光照和  $5^\circ\text{C}$  的条件下, 有色液滴在 1 小时内向右移动了 1 cm, 这 1 cm 代表的含义是 1 h 内氧气的释放量, 即植物的净光合速率是 1 mg/h(有色液滴移动 1 cm 相当于乙图中的 1 个单位); 结合乙图的相关数据, 可知此时该植物的光合速率=净光合速率+呼吸速率=1+0.5=1.5 mg/h。

(4) 有色液滴向右移动表示净光合速率, 据乙图可知, 在光照等其他条件适宜的情况下, 在  $25^\circ\text{C}$  条件下二氧化碳的吸收量最大, 表示净光合速率最大; b 点是净光合速率与呼吸速率的交点, 表示净光合速率=呼吸速率; b 点的光合速率=  $3.25\times 2=6.5$  mg/h,  $35^\circ\text{C}$  时的光合速率=  $3+3.5=6.5$  mg/h, 两者相等。

## 13. D 【必刷知识】细胞呼吸原理在生产和生活中的应用

【解析】 $\text{CO}_2$  是光合作用暗反应的原料, 增施有机肥可增加  $\text{CO}_2$  的供应, 从而提高作物的产量, A 正确; 采摘后果实易受机械损伤和微生物侵染而腐烂变质, 故耐储存和耐运输性较差, 故减少采摘和运输过程中果实的机械损伤有利于果实的储存, B 正确; 有氧呼吸可产生能量, 及时松土可促进植物根细胞的有氧呼吸, 可以产生更多能量, 有利于根系生长, C 正确; 植物的种子收获以后应储存在低温、低氧、干燥的环境中, D 错误。

## 14. A 【必刷知识】细胞呼吸和光合作用在生产生活中的应用

**【解析】**花生种子相对于玉米种子播种时要浅播,是因为花生种子富含脂肪,氧化分解时耗氧多,A 错误;乳酸菌无氧呼吸不产生二氧化碳,酸奶胀袋后说明已经变质,有其他微生物代谢产生了气体,B 正确;种子入库前往往需要风干处理,这可以降低自由水含量,使种子细胞呼吸的强度降低,减少有机物的消耗,C 正确;农业生产采用高矮作物间作,可以提高农田的光能利用率,D 正确。

### 刷有所得

(1)呼吸作用原理的应用主要体现在以下几个方面:包扎伤口时,选用透气的消毒纱布或创可贴等敷料;利用麦芽、葡萄、粮食和酵母菌以及发酵罐等,在控制通气的情况下生产各种酒;种花要对花盆及时松土;低温、低氧条件下储藏水果、粮食等;皮肤破损较深或被锈钉扎伤后及时到医院治疗;提倡慢跑。

(2)影响光合作用的环境因素主要有  $\text{CO}_2$  浓度、光照强度和温度,内因主要有与光合作用有关酶的活性、光合色素含量和活性等。

## 专题训练

### 1. C 【必刷知识】酶的本质与特性

**【解析】**木瓜蛋白酶能使蛋白质水解,产物为多肽链和一些氨基酸,因此木瓜蛋白酶能使部分氨基酸之间的肽键发生断裂,A 正确;酶的作用条件较温和,过酸或过碱都会导致酶失活,嫩肉粉是以木瓜蛋白酶为主要成分的食品添加剂,因此使用嫩肉粉需要考虑原料或调味料是否含酸或含碱,B 正确;大火烹饪时添加嫩肉粉,嫩肉粉会因温度过高导致空间结构改变而失去活性,影响作用效果,C 错误;测定嫩肉粉中木瓜蛋白酶的酶活性,可作为判断嫩肉粉质量优劣的参考依据,D 正确。

### 2. C 【必刷题型】物质进出细胞的方式

#### 题图解读

图中叶肉细胞中蔗糖通过胞间连丝逆浓度梯度运进薄壁细胞,从薄壁细胞运输到细胞外为协助扩散,再由细胞外通过主动运输的方式逆浓度梯度运输到伴胞。

**【解析】**蔗糖经①运输至伴胞内属于主动运输,消耗膜内外  $\text{H}^+$  浓度差产生的势能,A 错误;②既能运输  $\text{H}^+$ ,也能作为酶催化 ATP 水解,酶能降低化学反应所需的活化能,B 错误;蔗糖经③运输到细胞外的过程借助 W 载体蛋白,但不消耗能量,属于协助扩散,载体蛋白运输物质时会发生自身构象的改变,C 正确;叶肉细胞产生的蔗糖通过胞间连丝进入韧皮部薄壁细胞,体现了细胞膜具有控制物质进出细胞的功能,D 错误。

### 3. B 【必刷知识】ATP 的结构与功能

**【解析】**一分子蔗糖是由一分子葡萄糖与一分子果糖脱水缩合形成的,A 错误;由题图可知,ATP 在  $\text{M}_2$  的催化下反应生成物质甲和  $\text{P}_i$ ,则物质甲是 ADP,萤火虫发光是吸能反应,该过程伴随着 ATP 的水解,生成 ADP,即萤火虫发光过程伴随着物质甲的生成,B 正确;物质乙为腺嘌呤核糖核苷酸,是构成 HIV 的遗传物

质 RNA 的基本单位之一,由一分子腺嘌呤、一分子核糖和一分子磷酸基团组成,C 错误; $M_1$  和  $M_2$  催化不同的化学反应,不是同一种酶, $M_1$  是 ATP 合成酶, $M_2$  是 ATP 水解酶,D 错误。

#### 4. B 【必刷能力】图表分析—影响呼吸作用的因素

**题图解读** 图甲表示温度影响呼吸速率的曲线,随着温度的上升,呼吸速率先上升后下降,在  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右呼吸速率最大。图乙:A 点细胞只进行无氧呼吸,C 点对应的氧浓度下  $\text{CO}_2$  的释放量最少。图丙:在一定范围内,随着氧分压的升高,呼吸商逐渐下降,说明细胞无氧呼吸逐渐减弱,有氧呼吸逐渐加强;c 点时,细胞呼吸商等于 1,即释放的  $\text{CO}_2$  量与吸收的  $\text{O}_2$  量相等,若底物为葡萄糖,说明此时及之后细胞只进行有氧呼吸。

**【解析】**由图甲可知,在一定的温度范围内,温度越高,呼吸速率越快,但人是恒温哺乳动物,当外界温度变化时,机体可通过自身调节维持体温稳定,A 错误;细胞呼吸主要以葡萄糖为底物,但底物也可能是脂肪等其他物质,消耗脂肪时  $\text{CO}_2$  产生量小于氧气消耗量,所以若图乙 D 点开始只进行有氧呼吸,D 点后  $\text{CO}_2$  释放量和  $\text{O}_2$  吸收量不一定相等,B 正确; $RQ = \text{CO}_2 \text{ 释放量} / \text{O}_2 \text{ 吸收量}$ ,当  $RQ = 1$  时, $\text{CO}_2$  释放量等于  $\text{O}_2$  吸收量,若底物为葡萄糖,c 点后细胞只进行有氧呼吸,一定范围内,有氧呼吸强度会随着氧气浓度增加而增加,C 错误;种子萌发应该在温度适宜、氧气充足的条件下进行,D 错误。

#### 5. D 【必刷题型】影响光合作用的因素

**题图解读** 据图分析:随着光照强度的增强,甲、乙两植物的光合作用速率不断增加至不变,d 点对应的光照强度为植物乙的光饱和点; $a_1$  和  $a_2$  点对应的光照强度为 0,此时甲、乙只进行细胞呼吸; $b_1$  和  $b_2$  点甲和乙植物的光合速率等于呼吸速率,此时对应的光照强度为甲、乙两植物的光补偿点。植物的实际光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率。

**【解析】**图中  $a_1$  和  $a_2$  对应的光照强度为 0,即此刻的光照强度为 0,则  $a_1$  和  $a_2$  代表呼吸作用速率, $a_1 > a_2$  表明甲的呼吸作用速率大于乙的呼吸作用速率,此时不进行光合作用,A 错误;图中的  $a_2d$  段,随着光照强度的增加,植物乙释放的  $\text{CO}_2$  量逐渐减少,表明呼吸产生的一部分  $\text{CO}_2$  用于光合作用,且用于光合作用的  $\text{CO}_2$  的量在增加,则  $a_2d$  段植物乙的实际光合速率逐渐增大,由图可知  $de$  段曲线不再变化,说明  $de$  段植物乙的净光合速率不变,B 错误;植物的实际光合速率 = 净光合速率 + 呼吸速率, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  条件下,e 点时甲和乙植物的净光合速率相同,但由于两种植物的呼吸速率不同,故 c 点时甲和乙的实际光合速率不相同,C 错误; $b_2$  点为植物乙的光补偿点(光合强度等于呼吸强度对应的光照强度),若将温度从  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  降为  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,由于  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  是植物乙光合作用的最适温度,植物乙细胞呼吸最适温度为  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,该温度下植物乙的光合作用速率增大而呼吸作用速率减小,则植物乙的

光补偿点减小,曲线中的  $b_2$  点左移,D 正确。

## 6. (1) 叶绿体、液泡 蓝紫光、红

(2) 细胞质基质、线粒体 I

(3) 右移,不动

(4) 1 在  $\text{CO}_2$  浓度为 0.03% 的适宜温度下,先在黑暗条件测得该植物每小时细胞呼吸向外界释放  $\text{CO}_2$  速率为  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ ,然后在光照强度为 3 klx 条件测得每小时净光合作用从外界吸收  $\text{CO}_2$  速率为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ ,将二者数值相加

【必刷知识】光合作用和呼吸作用

【解析】(1) 植物细胞中的色素分布在叶绿体和液泡中,光合色素分布在叶绿体中,花青素等水溶性色素分布在液泡中,叶绿素主要吸收红光和蓝紫光。

(2) 当光照强度为 0 时(P 点),植物不进行光合作用,只进行呼吸作用,产生 ATP 的场所所有细胞质基质和线粒体;在 Q 点,植物光合作用速率等于呼吸作用速率,而由于植物中存在不能进行光合作用的细胞,故叶肉细胞光合作用速率大于呼吸作用速率,需要从细胞外吸收  $\text{CO}_2$ ,并朝细胞外释放  $\text{O}_2$ ,对应题图乙中的 I。

(3) 光合色素对于绿光的吸收很少,所以换用绿光照射相当于降低光照强度,光合速率降低,呼吸速率不变,则 Q 点右移,P 点不移动。

(4) 在光照强度为 3 klx 时,光合作用固定  $\text{CO}_2$  的速率 = 净光合速率 + 呼吸速率 =  $0.6 + 0.4 = 1 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ ,测量该数值具体过程见答案。

## 7. (1) 一定的流动性 酶能降低化学反应的活化能

(2) 甲苯的含量和反应时间 甲苯能迅速增加土壤脲酶的活性,且在一定范围内,甲苯含量越高,土壤脲酶活性增加的幅度越大

(3) ② 与对照组相比,加入甲苯后上清液的酶活性仍然为 0,但沉淀物的酶活性逐渐升高,说明甲苯并没有使吸附态脲酶溶解成为游离态,而是使胞内酶外泄并迅速固定在土壤中各种物质的颗粒上,转化为吸附态脲酶

【必刷能力】实验探究—不同含量的甲苯对酶活性的影响

【解析】(1) 微生物细胞分泌脲酶的过程即分泌蛋白分泌的过程,脲酶以胞吐的形式分泌到细胞外,体现了细胞膜具有一定的流动性这一结构特点;酶催化反应的机理是降低化学反应的活化能。

(2) 根据题干信息,某实验小组探究了不同含量的甲苯对土壤脲酶活性的影响,说明该实验的自变量是甲苯的含量和反应时间,因变量是土壤脲酶活性,结合表格的信息可得出实验结论:甲苯能迅速增加土壤脲酶的活性,且在一定范围内,甲苯含量越高,土壤脲酶活性增加的幅度越大。

(3) 土壤中的脲酶有两种存在状态:与有机质—黏粒结合的吸附态(胞外酶)和微生物细胞中的游离态(胞内酶),与对照组相比,加入甲苯后上清液的酶活性仍然为 0,但沉淀物的酶活性逐渐升高,说明甲苯并没有使吸附态脲酶溶解成为游离态,而是使胞内酶外泄并迅速固定在土壤中各种物质的颗粒上,转化为吸附态脲酶,故支持推测②。