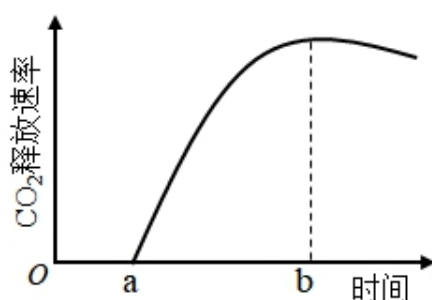


专题 05 细胞呼吸与光合作用

考点 1 细胞呼吸的过程、影响因素与应用

【2023 年高考真题】

1. (2023·全国·统考高考真题) 植物可通过呼吸代谢途径的改变来适应缺氧环境。在无氧条件下, 某种植物幼苗的根细胞经呼吸作用释放 CO_2 的速率随时间的变化趋势如图所示。下列相关叙述错误的是 ()



- A. 在时间 a 之前, 植物根细胞无 CO_2 释放, 只进行无氧呼吸产生乳酸
- B. a~b 时间内植物根细胞存在经无氧呼吸产生酒精和 CO_2 的过程
- C. 每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 比产生乳酸时的多
- D. 植物根细胞无氧呼吸产生的酒精跨膜运输的过程不需要消耗 ATP

【答案】C

【分析】1、 无氧呼吸分为两个阶段：第一阶段：葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，并释放少量能量；第二阶段丙酮酸在不同酶的作用下转化成乳酸或酒精和二氧化碳，不释放能量。整个过程都发生在细胞质基质。

2、 有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，合成少量 ATP；第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和[H]，合成少量 ATP；第三阶段是氧气和[H]反应生成水，合成大量 ATP。

【详解】A、植物进行有氧呼吸或无氧呼吸产生酒精时都有二氧化碳释放，图示在时间 a 之前，植物根细胞无 CO_2 释放，分析题意可知，植物可通过呼吸代谢途径的改变来适应缺氧环境，据此推知在时间 a 之前，只进行无氧呼吸产生乳酸，A 正确；

B、a 阶段无二氧化碳产生，b 阶段二氧化碳释放较多，a~b 时间内植物根细胞存在经无氧呼吸产生酒精和 CO_2 的过程，是植物通过呼吸途径改变来适应缺氧环境的体现，B 正确；

C、无论是产生酒精还是产生乳酸的无氧呼吸，都只在第一阶段释放少量能量，第二阶段无能量释放，故每分子葡萄糖经无氧呼吸产生酒精时生成的 ATP 和产生乳酸时相同，C 错误；

D、酒精跨膜运输方式是自由扩散，该过程不需要消耗 ATP，D 正确。

故选 C。

2. (2023·山西·统考高考真题) 我国劳动人民在漫长的历史进程中, 积累了丰富的生产、生活经验, 并在实践中应用。生产和生活中常采取的一些措施如下。

- ①低温储存, 即果实、蔬菜等收获后在低温条件下存放
- ②春化处理, 即对某些作物萌发的种子或幼苗进行适度低温处理
- ③风干储藏, 即小麦、玉米等种子收获后经适当风干处理后储藏
- ④光周期处理, 即在作物生长的某一时期控制每天光照和黑暗的相对时长
- ⑤合理密植, 即栽种作物时做到密度适当, 行距、株距合理
- ⑥间作种植, 即同一生长期内, 在同一块土地上隔行种植两种高矮不同的作物

关于这些措施, 下列说法合理的是 ()

- A. 措施②④分别反映了低温和昼夜长短与作物开花的关系
- B. 措施③⑤的主要目的是降低有机物的消耗
- C. 措施②⑤⑥的主要目的是促进作物的光合作用
- D. 措施①③④的主要目的是降低作物或种子的呼吸作用强度

【答案】A

【分析】常考的细胞呼吸原理的应用：1、用透气纱布或“创可贴”包扎伤口：增加通气量，抑制致病菌的无氧呼吸。2、酿酒时：早期通气--促进酵母菌有氧呼吸，利于菌种繁殖，后期密封发酵罐--促进酵母菌无氧呼吸，利于产生酒精。3、做馒头或面包时，加入酵母菌，酵母菌经过发酵可以分解面粉中的葡萄糖，产生二氧化碳，二氧化碳是气体，遇热膨胀而形成小孔，使得馒头或面包暄软多孔。4、食醋、味精制作：向发酵罐中通入无菌空气，促进醋酸杆菌、谷氨酸棒状杆菌进行有氧呼吸。5、土壤松土，促进根细胞呼吸作用，有利于主动运输，为矿质元素吸收供应能量。6、稻田定期排水：促进水稻根细胞有氧呼吸。7、提倡慢跑：促进肌细胞有氧呼吸，防止无氧呼吸产生乳酸使肌肉酸胀。

【详解】A、措施②春化处理是为了促进花芽形成，反映了低温与作物开花的关系，④光周期处理，反映了昼夜长短与作物开花的关系，A 正确；

B、措施③风干储藏可以减少自由水，从而减弱细胞呼吸，降低有机物的消耗，⑤合理密植的主要目的是提高能量利用率，促进光合作用，B 错误；

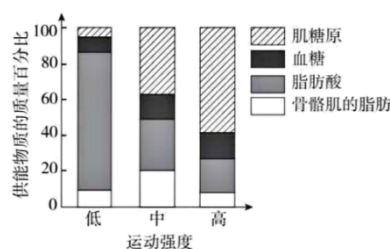
C、措施②春化处理是为了促进花芽形成，⑤⑥的主要目的是促进作物的光合作用，C 错误；

D、措施①③的主要目的是降低作物或种子的呼吸作用强度，④光周期处理，目的是促进或抑制植物开花，D 错误。

故选 A。

3. (2023·湖北·统考高考真题) 为探究环境污染物 A 对斑马鱼生理的影响, 研究者用不同浓度的污染物 A 溶液处理斑马鱼, 实验结果如下表。据结果分析, 下列叙述正确的是 ()

A 物质浓度 ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	0	10	50	100
指标				



- A. 低强度运动时，主要利用脂肪酸供能
- B. 中等强度运动时，主要供能物质是血糖
- C. 高强度运动时，糖类中的能量全部转变为 ATP
- D. 肌糖原在有氧条件下才能氧化分解提供能量

【答案】A

【分析】如图显示在不同强度体育运动时，骨骼肌消耗的糖类和脂类的相对量，当运动强度较低时，主要利用脂肪酸供能；当中等强度运动时，主要供能物质是肌糖原，其次是脂肪酸；当高强度运动时，主要利用肌糖原供能。

【详解】A、由图可知，当运动强度较低时，主要利用脂肪酸供能，A 正确；

B、由图可知，中等强度运动时，主要供能物质是肌糖原，其次是脂肪酸，B 错误；

C、高强度运动时，糖类中的能量大部分以热能的形式散失，少部分转变为 ATP，C 错误；

D、高强度运动时，机体同时进行有氧呼吸和无氧呼吸，肌糖原在有氧条件和无氧条件均能氧化分解提供能量，D 错误。

故选 A。

6. (2023·湖南·统考高考真题) 食品保存有干制、腌制、低温保存和高温处理等多种方法。下列叙述错误的是 ()

- A. 干制降低食品的含水量，使微生物不易生长和繁殖，食品保存时间延长
- B. 腌制通过添加食盐、糖等制造高渗环境，从而抑制微生物的生长和繁殖
- C. 低温保存可抑制微生物的生命活动，温度越低对食品保存越有利
- D. 高温处理可杀死食品中绝大部分微生物，并可破坏食品中的酶类

【答案】C

【分析】食物腐败变质是由于微生物的生长和大量繁殖而引起的，根据食物腐败变质的原因，食品保存就要尽量的杀死或抑制微生物的生长和大量繁殖。

【详解】A、干制能降低食品中的含水量，使微生物不易生长和繁殖，进而延长食品保存时间，A 正确；

B、腌制过程中添加食盐、糖等可制造高渗环境，从而抑制微生物的生长和繁殖，B 正确；

C、低温保存可以抑制微生物的生命活动，但不是温度越低越好，一般果蔬的保存温度为零上低温，C 错误；

D、高温处理可杀死食品中绝大部分微生物，并通过破坏食品中的酶类，降低酶类对食品有机物的分解，有利于食品保存，D 正确。

故选 C。

7. (2023·山东·高考真题) 水淹时, 玉米根细胞由于较长时间进行无氧呼吸导致能量供应不足, 使液泡膜上的 H^+ 转运减缓, 引起细胞质基质内 H^+ 积累, 无氧呼吸产生的乳酸也使细胞质基质 pH 降低。pH 降低至一定程度会引起细胞酸中毒。细胞可通过将无氧呼吸过程中的丙酮酸产乳酸途径转换为丙酮酸产酒精途径, 延缓细胞酸中毒。下列说法正确的是 ()

- A. 正常玉米根细胞液泡内 pH 高于细胞质基质
- B. 检测到水淹的玉米根有 CO_2 的产生不能判断是否有酒精生成
- C. 转换为丙酮酸产酒精途径时释放的 ATP 增多以缓解能量供应不足
- D. 转换为丙酮酸产酒精途径时消耗的 $[H]$ 增多以缓解酸中毒

【答案】B

【分析】无氧呼吸全过程: (1) 第一阶段: 在细胞质基质中, 一分子葡萄糖形成两分子丙酮酸、少量的 $[H]$ 和少量能量, 这一阶段不需要氧的参与。(2) 第二阶段: 在细胞质基质中, 丙酮酸分解为二氧化碳和酒精或乳酸。

【详解】A、玉米根细胞由于较长时间进行无氧呼吸导致能量供应不足, 使液泡膜上的 H^+ 转运减缓, 引起细胞质基质内 H^+ 积累, 说明细胞质基质内 H^+ 转运至液泡需要消耗能量, 为主动运输, 逆浓度梯度, 液泡中 H^+ 浓度高, 正常玉米根细胞液泡内 pH 低于细胞质基质, A 错误;

B、玉米根部短时间水淹, 根部氧气含量少, 部分根细胞可以进行有氧呼吸产生 CO_2 , 检测到水淹的玉米根有 CO_2 的产生不能判断是否有酒精生成, B 正确;

C、转换为丙酮酸产酒精途径时, 无 ATP 的产生, C 错误;

D、丙酮酸产酒精途径时消耗的 $[H]$ 与丙酮酸产乳酸途径时消耗的 $[H]$ 含量相同, D 错误。

故选 B。

8. (2023·湖北·统考高考真题) 快速分裂的癌细胞内会积累较高浓度的乳酸。研究发现, 乳酸与锌离子结合可以抑制蛋白甲的活性, 甲活性下降导致蛋白乙的 SUMO 化修饰加强, 进而加快有丝分裂后期的进程。下列叙述正确的是 ()

- A. 乳酸可以促进 DNA 的复制
- B. 较高浓度乳酸可以抑制细胞的有丝分裂
- C. 癌细胞通过无氧呼吸在线粒体中产生大量乳酸
- D. 敲除蛋白甲基因可升高细胞内蛋白乙的 SUMO 化水平

【答案】D

【分析】癌细胞主要进行无氧呼吸, 无氧呼吸发生于细胞质基质, 无氧呼吸的第一阶段葡萄糖分解成丙酮酸, 第二阶段丙酮酸转化成乳酸。

【详解】A、根据题目信息可知乳酸与锌离子结合可以抑制蛋白甲的活性, 甲活性下降导致蛋白乙的 SUMO 化修饰加强, 进而加快有丝分裂后期的进程, 乳酸不能促进 DNA 复制, 能促进有丝分裂后期, A 错误;

B、乳酸能促进有丝分裂后期, 进而促进分裂, B 错误;

C、无氧呼吸发生在细胞质基质, 不在线粒体, C 错误;

D、根据题目信息，甲活性下降导致蛋白乙的 SUMO 化修饰加强，故敲除蛋白甲基因可升高细胞内蛋白乙的 SUMO 化水平，D 正确。

故选 D。

9. (2023·浙江·统考高考真题) 为探究酵母菌的细胞呼吸方式，可利用酵母菌、葡萄糖溶液等材料进行实验。

下列关于该实验的叙述，正确的是 ()

- A. 酵母菌用量和葡萄糖溶液浓度是本实验的自变量
- B. 酵母菌可利用的氧气量是本实验的无关变量
- C. 可选用酒精和 CO_2 生成量作为因变量的检测指标
- D. 不同方式的细胞呼吸消耗等量葡萄糖所释放的能量相等

【答案】C

【分析】探究酵母菌的细胞呼吸方式的实验中，酵母菌用量和葡萄糖溶液是无关变量；氧气的有无是自变量；需氧呼吸比厌氧呼吸释放的能量多。

【详解】A、酵母菌用量和葡萄糖溶液是无关变量，A 选项错误；

B、氧气的有无是自变量，B 选项错误；

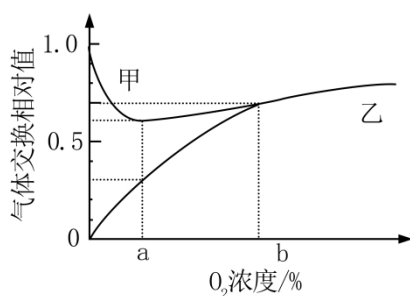
C、有氧呼吸不产生酒精，无氧呼吸产生酒精和 CO_2 且比值为 1:1，因此可选用酒精和 CO_2 生成量作为因变量的检测指标，C 选项正确；

D、等量的葡萄糖有氧呼吸氧化分解彻底，释放能量多，无氧呼吸氧化分解不彻底，大部分能量还储存在酒精中，释放能量少，D 选项错误；

故选 C。

二、多选题

10. (2023·山东·高考真题) 某种植株的非绿色器官在不同 O_2 浓度下，单位时间内 O_2 吸收量和 CO_2 释放量的变化如图所示。若细胞呼吸分解的有机物全部为葡萄糖，下列说法正确的是 ()



- A. 甲曲线表示 O_2 吸收量
- B. O_2 浓度为 b 时，该器官不进行无氧呼吸
- C. O_2 浓度由 0 到 b 的过程中，有氧呼吸消耗葡萄糖的速率逐渐增加
- D. O_2 浓度为 a 时最适合保存该器官，该浓度下葡萄糖消耗速率最小

【答案】BC

【分析】据图分析，甲曲线表示二氧化碳释放量，乙曲线表示氧气吸收量。氧浓度为 0 时，细胞只释放 CO_2

不吸收 O_2 ，说明细胞只进行无氧呼吸；图中氧浓度为 a 时 CO_2 的释放量大于 O_2 的吸收量，说明既进行有氧呼吸又进行无氧呼吸；贮藏植物器官应选择 CO_2 产生量最少即细胞呼吸最弱时的氧浓度。

【详解】A、分析题意可知，图中横坐标是氧气浓度，据图可知，当氧气浓度为 0 时，甲曲线仍有释放，说明甲表示二氧化碳的释放量，乙表示氧气吸收量，A 错误；

B、 O_2 浓度为 b 时，两曲线相交，说明此时氧气的吸收量和二氧化碳的释放量相等，细胞呼吸分解的有机物全部为葡萄糖，故此时植物只进行有氧呼吸，不进行无氧呼吸，B 正确；

C、 O_2 浓度为 0 时，植物只进行无氧呼吸，氧气浓度为 a 时，植物同时进行有氧呼吸和无氧呼吸，氧气浓度为 b 时植物只进行有氧呼吸，故 O_2 浓度由 0 到 b 的过程中，有氧呼吸消耗葡萄糖的速率逐渐增加，C 正确；

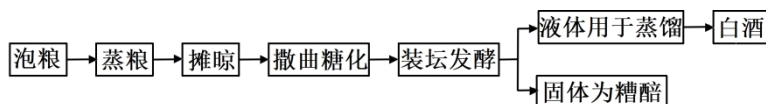
D、 O_2 浓度为 a 时并非一定最适合保存该器官，因为无氧呼吸会产生酒精，不一定能满足某些生物组织的储存，且该浓度下葡萄糖的消耗速率一定不是最小，据图，此时气体交换相对值 CO_2 为 0.6， O_2 为 0.3，其中 CO_2 有 0.3 是有氧呼吸产生，0.3 是无氧呼吸产生。按有氧 $C_6H_{12}O_6 : O_2 : CO_2 = 1:6:6$ ，无氧呼吸 $C_6H_{12}O_6 : CO_2 = 1:2$ ，算得 $C_6H_{12}O_6$ （葡萄糖）的相对消耗量为 $0.05+0.15=0.2$ 。而无氧呼吸消失点时， O_2 和 CO_2 的相对值为 0.6，算得 $C_6H_{12}O_6$ 的相对消耗量为 0.1，明显比 a 点时要低！所以 a 点时葡萄糖的消耗速率一定不是最小，D 错误。

故选 BC。

三、选择题组

（2023·浙江·统考高考真题）阅读下列材料，完成下面小题。

小曲白酒清香纯正，以大米、大麦、小麦等为原料，以小曲为发酵剂酿造而成。小曲中所含的微生物主要有好氧型微生物霉菌、兼性厌氧型微生物酵母菌，还有乳酸菌、醋酸菌等细菌。酿酒的原理主要是酵母菌在无氧条件下利用葡萄糖发酵产生酒精。传统酿造工艺流程如图所示。



11. 小曲白酒的酿造过程中，酵母菌进行了有氧呼吸和无氧呼吸。关于酵母菌的呼吸作用，下列叙述正确的是（ ）

- A. 有氧呼吸产生的[H]与 O_2 结合，无氧呼吸产生的[H]不与 O_2 结合
- B. 有氧呼吸在线粒体中进行，无氧呼吸在细胞质基质中进行
- C. 有氧呼吸有热能的释放，无氧呼吸没有热能的释放
- D. 有氧呼吸需要酶催化，无氧呼吸不需要酶催化

12. 关于小曲白酒的酿造过程，下列叙述错误的是（ ）

- A. 糖化主要是利用霉菌将淀粉水解为葡萄糖
- B. 发酵液样品的蒸馏产物有无酒精，可用酸性重铬酸钾溶液检测
- C. 若酿造过程中酒变酸，则发酵坛密封不严
- D. 蒸熟并摊晾的原料加入糟醅，立即密封可高效进行酒精发酵

【答案】11. A 12. D

【分析】有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第

一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，合成少量 ATP；第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和[H]，合成少量 ATP；第三阶段是氧气和[H]反应生成水，合成大量 ATP。

【详解】11. A、有氧呼吸产生的[H]在第三阶段与 O₂ 结合生成水，无氧呼吸产生的[H]不与 O₂ 结合，A 正确；

B、有氧呼吸的第一阶段在细胞质基质中进行，第二和第三阶段分别在线粒体基质和线粒体内膜中进行，无氧呼吸的两个阶段都在细胞质基质中进行，B 错误；

C、酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸过程中释放的能量均大多以热能散失，但无氧呼吸是不彻底的氧化分解过程，大部分能量存留在酒精，C 错误；

D、有氧呼吸和无氧呼吸过程都需要酶的催化，只是酶的种类不同，D 错误。

故选 A。

12. A、由于酿酒酵母不能直接利用淀粉发酵产生酒精（乙醇），故糖化过程主要是利用霉菌分泌的淀粉酶将淀粉分解为葡萄糖，以供发酵利用，A 正确；

B、发酵液样品的蒸馏产物有无酒精，可用酸性重铬酸钾溶液检测，若存在酒精，则酒精与酸性的重铬酸钾反应呈灰绿色，B 正确；

C、酿造过程中应在无氧条件下进行，若密封不严，会导致醋酸菌在有氧条件下发酵产生醋酸而使酒变酸，C 正确；

D、蒸熟并摊晾的原料需要冷却后才可加入糟醅，以免杀死菌种，且需要在有氧条件下培养一段时间，让酵母菌大量繁殖，此后再密封进行酒精发酵，D 错误。

故选 D。

【2022 年高考真题】

13.（2022·全国甲卷·高考真题）线粒体是细胞进行有氧呼吸的主要场所。研究发现，经常运动的人肌细胞中线粒体数量通常比缺乏锻炼的人多。下列与线粒体有关的叙述，错误的是（ ）

A. 有氧呼吸时细胞质基质和线粒体中都能产生 ATP

B. 线粒体内膜上的酶可以参与[H]和氧反应形成水的过程

C. 线粒体中的丙酮酸分解成 CO₂ 和[H]的过程需要 O₂ 的直接参与

D. 线粒体中的 DNA 能够通过转录和翻译控制某些蛋白质的合成

【答案】C

【分析】有氧呼吸的第一、二、三阶段的场所依次是细胞质基质、线粒体基质和线粒体内膜。有氧呼吸第一阶段是葡萄糖分解成丙酮酸和[H]，合成少量 ATP；第二阶段是丙酮酸和水反应生成二氧化碳和[H]，合成少量 ATP；第三阶段是氧气和[H]反应生成水，合成大量 ATP。

【详解】A、有氧呼吸的第一阶段场所是细胞质基质，第二、三阶段在线粒体，三个阶段均可产生 ATP，故有氧呼吸时细胞质基质和线粒体都可产生 ATP，A 正确；

B、线粒体内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，该阶段氧气和[H]反应生成水，该过程需要酶的催化，B 正确；

C、丙酮酸分解为 CO_2 和 $[\text{H}]$ 是有氧呼吸第二阶段，场所是线粒体基质，该过程需要水的参与，不需要氧气的参与，C 错误；

D、线粒体是半自主性细胞器，其中含有少量 DNA，可以通过转录和翻译控制蛋白质的合成，D 正确。

故选 C。

14. (2022·山东·高考真题) 植物细胞内 10%~25% 的葡萄糖经过一系列反应，产生 NADPH、 CO_2 和多种中间产物，该过程称为磷酸戊糖途径。该途径的中间产物可进一步生成氨基酸和核苷酸等。下列说法错误的是 ()

A. 磷酸戊糖途径产生的 NADPH 与有氧呼吸产生的还原型辅酶不同

B. 与有氧呼吸相比，葡萄糖经磷酸戊糖途径产生的能量少

C. 正常生理条件下，利用 ^{14}C 标记的葡萄糖可追踪磷酸戊糖途径中各产物的生成

D. 受伤组织修复过程中所需要的原料可由该途径的中间产物转化生成

【答案】C

【分析】有氧呼吸是葡萄糖等有机物彻底氧化分解并释放能量的过程。由题干信息可知，磷酸戊糖途径可以将葡萄糖转化成其他中间产物，这些中间产物可以作为原料进一步生成其他化合物。

【详解】A、根据题意，磷酸戊糖途径产生的 NADPH 是为其他物质的合成提供原料，而有氧呼吸产生的还原型辅酶是 NADH，能与 O_2 反应产生水，A 正确；

B、有氧呼吸是葡萄糖彻底氧化分解释放能量的过程，而磷酸戊糖途径产生了多种中间产物，中间产物还进一步生成了其他有机物，所以葡萄糖经磷酸戊糖途径产生的能量比有氧呼吸少，B 正确；

C、正常生理条件下，只有 10%~25% 的葡萄糖参加了磷酸戊糖途径，其余的葡萄糖会参与其他代谢反应，例如有氧呼吸，所以用 ^{14}C 标记葡萄糖，除了追踪到磷酸戊糖途径的含碳产物，还会追踪到参与其他代谢反应的产物，C 错误；

D、受伤组织修复即是植物组织的再生过程，细胞需要增殖，所以需要核苷酸和氨基酸等原料，而磷酸戊糖途径的中间产物可生成氨基酸和核苷酸等，D 正确。

故选 C。

15. (2022·广东·高考真题) 种子质量是农业生产的前提和保障。生产实践中常用 TTC 法检测种子活力，TTC (无色) 进入活细胞后可被 $[\text{H}]$ 还原成 TTF (红色)。大豆充分吸胀后，取种胚浸于 0.5% TTC 溶液中， 30°C 保温一段时间后部分种胚出现红色。下列叙述正确的是 ()

A. 该反应需要在光下进行

B. TTF 可在细胞质基质中生成

C. TTF 生成量与保温时间无关

D. 不能用红色深浅判断种子活力高低

【答案】B

【分析】种子不能进行光合作用， $[\text{H}]$ 应是通过有氧呼吸第一、二阶段产生。有氧呼吸强度受温度、氧气浓度影响。

【详解】A、大豆种子充分吸水胀大，此时未形成叶绿体，不能进行光合作用，该反应不需要在光下进行，A 错误；

B、细胞质基质中可通过细胞呼吸第一阶段产生[H]，TTC 可在细胞质基质中生成，B 正确；

C、保温时间较长时，较多的 TTC 进入活细胞，生成较多的红色 TTF，C 错误；

D、相同时间内，种胚出现的红色越深，说明种胚代谢越旺盛，据此可判断种子活力的高低，D 错误。

故选 B。

16. (2022·浙江·高考真题) 下列关于细胞呼吸的叙述，错误的是 ()

A. 人体剧烈运动会使骨骼肌细胞产生较多的乳酸

B. 制作酸奶过程中乳酸菌可产生大量的丙酮酸和 CO_2

C. 梨果肉细胞厌氧呼吸释放的能量一部分用于合成 ATP

D. 酵母菌的乙醇发酵过程中通入 O_2 会影响乙醇的生成量

【答案】B

【分析】1、需氧呼吸过程分为三个阶段，第一阶段是葡萄糖分解形成丙酮酸和[H]，发生在细胞质基质中；需氧呼吸的第二阶段是丙酮酸和水反应产生二氧化碳和[H]，发生在线粒体基质中；需氧呼吸的第三阶段是[H]与氧气反应形成水，发生在线粒体内膜上。

2、厌氧呼吸的第一阶段与需氧呼吸的第一阶段相同，都是葡萄糖分解形成丙酮酸和[H]，发生在细胞质基质中；第二阶段是丙酮酸和[H]反应产生二氧化碳和酒精或者是乳酸，发生在细胞质基质中。

【详解】A、剧烈运动时人体可以进行厌氧呼吸，厌氧呼吸的产物是乳酸，故人体剧烈运动时会导致骨骼肌细胞产生较多的乳酸，A 正确；

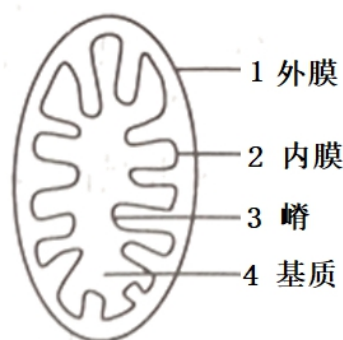
B、制作酸奶利用的是乳酸菌厌氧发酵的原理，乳酸菌厌氧呼吸的产物是乳酸，无二氧化碳产生，B 错误；

C、梨果肉细胞厌氧呼吸第一阶段能产生少量能量，该部分能量大部分以热能的形式散失了，少部分可用于合成 ATP，C 正确；

D、酵母菌乙醇发酵是利用酵母菌在无氧条件产生乙醇的原理，故发酵过程中通入氧气会导致其厌氧呼吸受抑制而影响乙醇的生成量，D 正确。

故选 B。

17. (2022 年 6 月·浙江·高考真题) 线粒体结构模式如图所示，下列叙述错误的是 ()



A. 结构 1 和 2 中的蛋白质种类不同

- B. 结构 3 增大了线粒体内膜的表面积
- C. 厌氧呼吸生成乳酸的过程发生在结构 4 中
- D. 电子传递链阻断剂会影响结构 2 中水的形成

【答案】C

【分析】线粒体是具有双层膜结构的细胞器，外膜光滑，内膜向内折叠形成嵴，增大了内膜面积。线粒体是有氧呼吸的主要场所，在线粒体基质中进行有氧呼吸第二阶段，在线粒体内膜上进行有氧呼吸第三阶段。

【详解】A、结构 1 外膜和 2 内膜的功能不同，所含的蛋白质种类和数量不同，A 正确；

B、内膜向内折叠形成 3（嵴），增大了内膜面积，B 正确；

C、厌氧呼吸生成乳酸的过程发生细胞质基质中，C 错误；

D、2 内膜是有氧呼吸第三阶段的场所，电子传递链阻断剂会影响结构 2 中水的形成，D 正确。

故选 C。

【2021 年高考真题】

18.（2021 湖南高考真题）下列有关细胞呼吸原理应用的叙述，错误的是（ ）

- A. 南方稻区早稻浸种后催芽过程中，常用 40℃左右温水淋种并时常翻种，可以为种子的呼吸作用提供水分、适宜的温度和氧气
- B. 农作物种子入库贮藏时，在无氧和低温条件下呼吸速率降低，贮藏寿命显著延长
- C. 油料作物种子播种时宜浅播，原因是萌发时呼吸作用需要大量氧气
- D. 柑橘在塑料袋中密封保存，可以减少水分散失、降低呼吸速率，起到保鲜作用

【答案】B

【分析】细胞呼吸分有氧呼吸和无氧呼吸两种类型。这两种类型的共同点是：在酶的催化作用下，分解有机物，释放能量。但是，前者需要氧和线粒体的参与，有机物彻底氧化释放的能量比后者多。温度、水分、氧气和二氧化碳浓度是影响呼吸作用的主要因素，储藏蔬菜、水果时采取零上低温、一定湿度、低氧等措施延长储藏时间，而种子采取零上低温、干燥、低氧等措施延长储存时间。

【详解】A、南方稻区早稻浸种后催芽过程中，“常用 40℃左右温水淋种”可以为种子的呼吸作用提供水分和适宜的温度，“时常翻种”可以为种子的呼吸作用提供氧气，A 正确；

B、种子无氧呼吸会产生酒精，因此，农作物种子入库储藏时，应在低氧和零上低温条件下保存，贮藏寿命会显著延长，B 错误；

C、油料作物种子种含有大量脂肪，脂肪中 C、H 含量高，O 含量低，油料作物种子萌发时呼吸作用需要消耗大量氧气，因此，油料作物种子播种时宜浅播，C 正确；

D、柑橘在塑料袋中“密封保存”使水分散失减少，氧气浓度降低，从而降低了呼吸速率，低氧、一定湿度是新鲜水果保存的适宜条件，D 正确。

故选 B。

19.（2021 年湖北高考真题）采摘后的梨常温下易软化。果肉中的酚氧化酶与底物接触发生氧化反应，逐渐

褐变。密封条件下 4℃冷藏能延长梨的贮藏期。下列叙述错误的是（ ）

- A. 常温下鲜梨含水量大，环境温度较高，呼吸代谢旺盛，不耐贮藏
- B. 密封条件下，梨呼吸作用导致 O₂ 减少，CO₂ 增多，利于保鲜
- C. 冷藏时，梨细胞的自由水增多，导致各种代谢活动减缓
- D. 低温抑制了梨的酚氧化酶活性，果肉褐变减缓

【答案】C

【分析】1、自由水与结合水的比值越高，新陈代谢越旺盛，抗逆性越差。

2、水果、蔬菜的储藏应选择零上低温、低氧等环境条件。

【详解】A、常温下鲜梨含水量大，环境温度较高，呼吸代谢旺盛，细胞消耗的有机物增多，不耐贮藏，A 正确；

B、密封条件下，梨呼吸作用导致 O₂ 减少，CO₂ 增多，抑制呼吸，有氧呼吸减弱，消耗的有机物减少，故利于保鲜，B 正确；

C、细胞中自由水的含量越多，则细胞代谢越旺盛，C 错误；

D、酶活性的发挥需要适宜的温度等条件，结合题意“果肉中的酚氧化酶与底物接触发生氧化反应，逐渐褐变，密封条件下 4℃冷藏能延长梨的贮藏期”可知，低温抑制了梨的酚氧化酶活性，果肉褐变减缓，D 正确。故选 C。

20. (2021 年福建高考真题) 下列关于“探究酵母菌细胞呼吸的方式”（实验 I）和“培养液中酵母菌种群数量的变化”（实验 II）的叙述，正确的是（ ）

- A. 实验 I、II 都要将实验结果转化为数学模型进行分析
- B. 实验 I、II 通气前都必须用 NaOH 去除空气中的 CO₂
- C. 实验 I 中，有氧组和无氧组都能使澄清石灰水变浑浊
- D. 实验 II 中，可用滤纸在盖玻片另一侧吸引培养液进入计数室

【答案】C

【分析】1、“探究酵母菌细胞呼吸的方式”（实验 I）：（1）NaOH 溶液的作用是除去酵母菌呼吸释放的二氧化碳，所以装置中液滴移动的距离代表酵母菌有氧呼吸消耗的氧气；（2）清水不吸收气体，也不释放气体，所以装置中液滴移动的距离代表呼吸作用释放的二氧化碳的量与消耗氧气的量的差值。

2、“培养液中酵母菌种群数量的变化”（实验 II）中，酵母菌数量的计算公式为：每个小方格中酵母菌数量 $\times 400 \div (0.1\text{mm}^3 \times 10^{-3}) \times$ 稀释的倍数；并且实验过程中需注意相关注意点，如：取样时要先振荡摇匀、酵母菌浓度过高时要加水稀释、计数时只数上边线和左边线的菌体数等。

【详解】A、实验 I 不需要将实验结果转化为数学模型进行分析，可以根据液滴的移动情况判断酵母菌的细胞呼吸方式，A 错误；

B、实验 II 中二氧化碳不是影响种群数量变化的因素，不会干扰实验结果，所以不需要通气前用 NaOH 去除空气中的 CO₂，B 错误；

C、实验 I 中，酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸产物中都有二氧化碳，所以都能使澄清石灰水变浑浊，C 正确；

D、实验II中，用血细胞计数对酵母菌计数时，应先放置盖玻片，在盖玻片的边缘滴加培养液，待培养液从边缘处自行渗入计数室，再吸去多余培养液，最后进行计数，D 错误。

故选 C。

21. (2021.6 月浙江高考真题) 需氧呼吸必须有氧的参加，此过程中氧的作用是 ()

- A. 在细胞溶胶中，参与糖酵解过程
- B. 与丙酮酸反应，生成 CO_2
- C. 进入柠檬酸循环，形成少量 ATP
- D. 电子传递链中，接受氢和电子生成 H_2O

【答案】D

【分析】1、需氧呼吸的三个阶段

第一阶段糖酵解：发生在细胞溶胶中，反应方程式： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3(\text{丙酮酸}) + 4[\text{H}] + \text{能量(少)}$

第二阶段柠檬酸循环：发生在线粒体基质中，反应方程式： $2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酶}} 6\text{CO}_2 + 20[\text{H}] + \text{能量(少)}$

第三阶段电子传递链：发生在线粒体内膜，反应方程式： $24[\text{H}] + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12\text{H}_2\text{O} + \text{能量(多)}$

- 【详解】A、在细胞溶胶中，需要呼吸第一阶段是糖酵解过程，不需要氧参与，A 错误；
B、需氧呼吸第二阶段，需要水与丙酮酸反应，生成 CO_2 ，不需要氧参与，B 错误；
C、进入柠檬酸循环，形成少量 ATP，是需要呼吸第二阶段，不需要氧参与，C 错误；
D、电子传递的最后一站是氧气接受氢和电子生成 H_2O ，D 正确。

故选 D。

22. (2021 年全国甲卷) 某同学将酵母菌接种在马铃薯培养液中进行实验，不可能得到的结果是 ()

- A. 该菌在有氧条件下能够繁殖
- B. 该菌在无氧呼吸的过程中无丙酮酸产生
- C. 该菌在无氧条件下能够产生乙醇
- D. 该菌在有氧和无氧条件下都能产生 CO_2

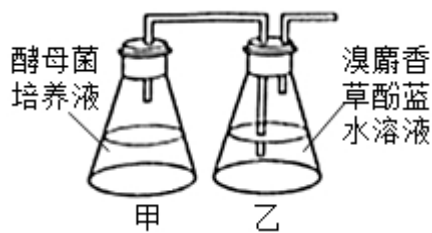
【答案】B

【分析】酵母菌是兼性厌氧生物，有氧呼吸的产物是二氧化碳和水，无氧呼吸产物是酒精和二氧化碳。

- 【详解】A、酵母菌有细胞核，是真菌生物，其代谢类型是异氧兼性厌氧型，与无氧条件相比，在有氧条件下，产生的能量多，酵母菌的增殖速度快，A 不符合题意；
BC、酵母菌无氧呼吸在细胞质基质中进行，无氧呼吸第一阶段产生丙酮酸、还原性的氢，并释放少量的能量，第二阶段丙酮酸被还原性氢还原成乙醇，并生成二氧化碳，B 符合题意，C 不符合题意；
D、酵母菌有氧呼吸和无氧呼吸都在第二阶段生成 CO_2 ，D 不符合题意。

故选 B。

23. (2021 年广东卷) 秸秆的纤维素经酶水解后可作为生产生物燃料乙醇的原料。生物兴趣小组利用自制的纤维素水解液 (含 5%葡萄糖) 培养酵母菌并探究其细胞呼吸 (如图)。下列叙述正确的是 ()



- A. 培养开始时向甲瓶中加入重铬酸钾以便检测乙醇生成
- B. 乙瓶的溶液由蓝色变成红色，表明酵母菌已产生了 CO_2
- C. 用甲基绿溶液染色后可观察到酵母菌中线粒体的分布
- D. 实验中增加甲瓶的酵母菌数量不能提高乙醇最大产量

【答案】D

【分析】图示为探究酵母菌进行无氧呼吸的装置示意图。酵母菌无氧呼吸的产物是乙醇和 CO_2 。检测乙醇的方法是：橙色的重铬酸钾溶液，在酸性条件下与乙醇发生化学反应，变成灰绿色。检测 CO_2 的方法是： CO_2 可以使澄清的石灰水变混浊，也可以使溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄。

【详解】A、检测乙醇的生成，应取甲瓶中的滤液 2mL 注入到试管中，再向试管中加入 0.5mL 溶有 0.1g 重铬酸钾的浓硫酸溶液，使它们混合均匀，观察试管中溶液颜色的变化，A 错误；

B、 CO_2 可以使溴麝香草酚蓝水溶液由蓝变绿再变黄，因此乙瓶的溶液不会变成红色，B 错误；

C、健那绿染液是专一性染线粒体的活细胞染料，可使活细胞中的线粒体呈现蓝绿色，而细胞质接近无色，因此用健那绿染液染色后可观察到酵母菌中线粒体的分布，C 错误；

D、乙醇最大产量与甲瓶中葡萄糖的量有关，因甲瓶中葡萄糖的量是一定，因此实验中增加甲瓶的酵母菌数量不能提高乙醇最大产量，D 正确。

故选 D。

24. (2021 年 1 月浙江卷) 苹果果实成熟到一定程度，呼吸作用突然增强，然后又突然减弱，这种现象称为呼吸跃变，呼吸跃变标志着果实进入衰老阶段。下列叙述正确的是 ()

- A. 呼吸作用增强，果实内乳酸含量上升
- B. 呼吸作用减弱，糖酵解产生的 CO_2 减少
- C. 用乙烯合成抑制剂处理，可延缓呼吸跃变现象的出现
- D. 果实贮藏在低温条件下，可使呼吸跃变提前发生

【答案】C

【分析】乙烯能促进果实成熟和衰老；糖酵解属于细胞呼吸第一阶段，该过程 1 个葡萄糖分子被分解成 2 个含 3 个碳原子的化合物分子，并释放出少量能量，形成少量 ATP。

【详解】A、苹果果实细胞无氧呼吸不产生乳酸，产生的是酒精和二氧化碳，A 错误；

B、糖酵解属于细胞呼吸第一阶段，在糖酵解的过程中，1 个葡萄糖分子被分解成 2 个含 3 个碳原子的化合物分子，分解过程中释放出少量能量，形成少量 ATP，故糖酵解过程中没有 CO_2 产生，B 错误；

C、乙烯能促进果实成熟和衰老，因此用乙烯合成抑制剂处理，可延缓细胞衰老，从而延缓呼吸跃变现象的出现，C 正确；

D、果实贮藏在低温条件下，酶的活性比较低，细胞更不容易衰老，能延缓呼吸跃变现象的出现，D 错误。
故选 C。

【2020 年高考真题】

25. (2020 年全国统一高考生物试卷(新课标I)·2) 种子贮藏中需要控制呼吸作用以减少有机物的消耗。若作物种子呼吸作用所利用的物质是淀粉分解产生的葡萄糖，下列关于种子呼吸作用的叙述，错误的是()

- A. 若产生的 CO_2 与乙醇的分子数相等，则细胞只进行无氧呼吸
- B. 若细胞只进行有氧呼吸，则吸收 O_2 的分子数与释放 CO_2 的相等
- C. 若细胞只进行无氧呼吸且产物是乳酸，则无 O_2 吸收也无 CO_2 释放
- D. 若细胞同时进行有氧和无氧呼吸，则吸收 O_2 的分子数比释放 CO_2 的多

【答案】D

【分析】呼吸底物是葡萄糖时，若只进行有氧呼吸，则消耗的氧气=生成的二氧化碳量；若只进行无氧呼吸，当呼吸产物是酒精时，生成的酒精量=生成的二氧化碳量。

【详解】A、若二氧化碳的生成量=酒精的生成量，则说明不消耗氧气，故只有无氧呼吸，A 正确；
B、若只进行有氧呼吸，则消耗的氧气量=生成的二氧化碳量，B 正确；
C、若只进行无氧呼吸，说明不消耗氧气，产乳酸的无氧呼吸不会产生二氧化碳，C 正确；
D、若同时进行有氧呼吸和无氧呼吸，若无氧呼吸产酒精，则消耗的氧气量小于二氧化碳的生成量，若无氧呼吸产乳酸，则消耗的氧气量=二氧化碳的生成量，D 错误。

故选 D。

26. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考)·2) 癌细胞即使在氧气供应充足的条件下也主要依赖无氧呼吸产生 ATP，这种现象称为“瓦堡效应”。下列说法错误的是()

- A. “瓦堡效应”导致癌细胞需要大量吸收葡萄糖
- B. 癌细胞中丙酮酸转化为乳酸的过程会生成少量 ATP
- C. 癌细胞呼吸作用过程中丙酮酸主要在细胞质基质中被利用
- D. 消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少

【答案】B

【详解】A、由于葡萄糖无氧呼吸时只能释放少量的能量，故“瓦堡效应”导致癌细胞需要吸收大量的葡萄糖来为生命活动供能，A 正确；

B、无氧呼吸只在第一阶段产生少量 ATP，癌细胞中进行无氧呼吸时，第二阶段由丙酮酸转化为乳酸的过程不会生成 ATP，B 错误；

C、由题干信息和分析可知，癌细胞主要进行无氧呼吸，故丙酮酸主要在细胞质基质中被利用，C 正确；

D、由分析可知，无氧呼吸只有第一阶段产生少量的 NADH，而有氧呼吸的第一阶段和第二阶段都能产生 NADH，故消耗等量的葡萄糖，癌细胞呼吸作用产生的 NADH 比正常细胞少，D 正确。

故选 B。

27. (2020 年山东省高考生物试卷(新高考)·12) 我国的酿酒技术历史悠久，古人在实际生产中积累了很多经验。《齐民要术》记载：将蒸熟的米和酒曲混合前需“浸曲发，如鱼眼汤，净淘米八斗，炊作饭，舒令极冷”。意思是将酒曲浸到活化，冒出鱼眼大小的气泡，把八斗米淘净，蒸熟，摊开冷透。下列说法错误的是 ()

- A. “浸曲发”过程中酒曲中的微生物代谢加快
- B. “鱼眼汤”现象是微生物呼吸作用产生的 CO_2 释放形成的
- C. “净淘米”是为消除杂菌对酿酒过程的影响而采取的主要措施
- D. “舒令极冷”的目的是防止蒸熟的米温度过高导致酒曲中的微生物死亡

【答案】C

【分析】参与酒精的制作的微生物是酵母菌，酵母菌是兼性厌氧型微生物，在有氧条件下进行有氧呼吸将葡萄糖分解为二氧化碳和水，在无氧条件下生成酒精和二氧化碳。

【详解】A、“浸曲发”是将酵母菌活化，可以使微生物代谢加快，A 正确；

B、“鱼眼汤”是指酵母菌在呼吸过程中产生 CO_2 ，使溶液中出现气泡，B 正确；

C、在做酒过程中，为消除杂菌的影响主要靠“炊作饭”，即蒸熟，C 错误；

D、“舒令极冷”是将米饭摊开冷透，防止温度过高导致微生物（酵母菌死亡），D 正确。

故选 C。

28. (2020 年浙江省高考生物试卷(7 月选考)) 下列关于细胞的需氧呼吸与厌氧呼吸的叙述，正确的是 ()

- A. 细胞的厌氧呼吸产生的 ATP 比需氧呼吸的多
- B. 细胞的厌氧呼吸在细胞溶胶和线粒体嵴上进行
- C. 细胞的需氧呼吸与厌氧呼吸过程中都会产生丙酮酸
- D. 若适当提高苹果果实贮藏环境中的 O_2 浓度会增加酒精的生成量

【答案】C

【分析】细胞呼吸是细胞内进行的将糖类有机物分解成无机物或小分子有机物，并释放能量的过程，分为需氧呼吸和厌氧呼吸。需氧呼吸必须有氧参加，氧气把糖分子氧化成二氧化碳和水，包括糖酵解、柠檬酸循环和电子传递链三个阶段；厌氧呼吸在无氧条件下发生，包括乳酸发酵和酒精发酵两种。

【详解】A、需氧呼吸是有机物彻底氧化分解的过程，贮存在有机物中的能量全部释放出来，产生大量 ATP，而厌氧呼吸的产物乳酸或乙醇中还储存着能量，产生的 ATP 少得多，A 错误；

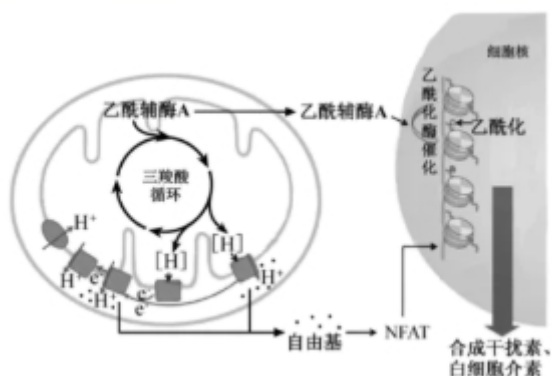
B、细胞的厌氧呼吸在细胞溶胶中进行，B 错误；

C、细胞的需氧呼吸和厌氧呼吸的第一阶段都是糖酵解过程，将 1 个葡萄糖分子转变为 2 个丙酮酸分子，C 正确；

D、若适当提高苹果果实贮藏环境中的 O_2 浓度，会抑制细胞的厌氧呼吸，酒精的生成量减少，D 错误。

故选 C。

29. (2020 年江苏省高考生物试卷·30) 研究发现, 线粒体内的部分代谢产物可参与调控核内基因的表达, 进而调控细胞的功能。下图为 T 细胞中发生上述情况的示意图, 请据图回答下列问题:



- (1) 丙酮酸进入线粒体后先经氧化脱羧形成乙酰辅酶 A, 再彻底分解成_____和[H]。[H]经一系列复杂反应与_____结合, 产生水和大量的能量, 同时产生自由基。
- (2) 线粒体中产生的乙酰辅酶 A 可以进入细胞核, 使染色质中与_____结合的蛋白质乙酰化, 激活干扰素基因的转录。
- (3) 线粒体内产生的自由基穿过线粒体膜到_____中, 激活 NFAT 等调控转录的蛋白质分子, 激活的 NFAT 可穿过_____进入细胞核, 促进白细胞介素基因的转录。转录后形成的_____分子与核糖体结合, 经_____过程合成白细胞介素。
- (4) T 细胞内乙酰辅酶 A 和自由基调控核内基因的表达, 其意义是_____。

【答案】(1) CO_2 O_2

(2) DNA

(3) 细胞质基质 核孔 mRNA 翻译

(4) 提高机体的免疫能力

【分析】有氧呼吸的第一阶段的葡萄糖酵解产生丙酮酸和[H], 同时释放少量能量, 发生在细胞质基质中; 第二阶段是丙酮酸与水反应产生二氧化碳和[H], 同时释放少量能量, 发生在线粒体基质中; 第三阶段是[H]与氧气生成水, 释放大量能量的过程, 发生在线粒体内膜上。据图分析可知, 乙酰辅酶 A 进入三羧酸循环后, 代谢产生[H], [H]参与有氧呼吸第三阶段, 与 O_2 结合形成 H_2O , 同时产生了大量自由基, 自由基激活 NFAT 等分子, 进入细胞核的 NFAT 和乙酰辅酶 A 在乙酰化酶催化下发生乙酰化反应, 参与调控核内基因的表达, 进而调控合成干扰素、白细胞介素等。

【详解】(1) 根据题意, 丙酮酸进入线粒体后先经氧化脱羧形成乙酰辅酶 A, 再彻底分解产生 CO_2 和[H], [H]参与有氧呼吸第三阶段, 与 O_2 结合, 形成 H_2O 。

(2) 据图可知, 乙酰辅酶 A 进入细胞核中, 在乙酰化酶催化下发生乙酰化反应, 根据题意, 该过程是乙酰辅酶 A 使染色质中与 DNA 结合的蛋白质发生乙酰化反应, 进而激活了相关基因的转录。

(3) 据图可知, 线粒体内产生的自由基穿过线粒体膜到达细胞质基质中, 激活了 NFAT 等蛋白质分子, 激活的 NFATNFAT 等蛋白质分子要穿过核孔才能进入细胞核, 促进白细胞介素基因的转录。相关基因转录形

成 mRNA，mRNA 与核糖体结合后，经翻译产生白细胞介素。

(4) 据图可知，T 细胞内乙酰辅酶 A 和自由基可调控核内基因的表达，合成干扰素、白细胞介素等，其可提高机体的免疫能力具有重要意义。

30. (2020 年全国统一高考生物试卷(新课标III)·29) 照表中内容，围绕真核细胞中 ATP 的合成来完成下表。

反应部位	(1) _____	叶绿体的类囊体膜	线粒体
反应物	葡萄糖		丙酮酸等
反应名称	(2) _____	光合作用的光反应	有氧呼吸的部分过程
合成 ATP 的能量来源	化学能	(3) _____	化学能
终产物(除 ATP 外)	乙醇、CO ₂	(4) _____	(5) _____

【答案】(1) 细胞质基质

(2) 无氧呼吸

(3) 光能

(4) O₂、NADPH

(5) H₂O、CO₂

【分析】1、无氧呼吸：场所：细胞质基质；反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH(\text{酒精}) + 2CO_2 + \text{能量}$

2、有氧呼吸三个阶段的反应：

第一阶段：反应场所：细胞质基质；反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 4[H] + \text{少量能量}$

第二阶段：反应场所：线粒体基质；反应式： $2C_3H_4O_3(\text{丙酮酸}) + 6H_2O \xrightarrow{\text{酶}} 20[H] + 6CO_2 + \text{少量能量}$

第三阶段：反应场所：线粒体内膜；反应式： $24[H] + 6O_2 \xrightarrow{\text{酶}} 12H_2O + \text{大量能量}(34ATP)$

3、光反应和暗反应比较：

比较项目	光反应	暗反应
场所	基粒类囊体膜上	叶绿体的基质
条件	色素、光、酶、水、ADP、Pi	多种酶、CO ₂ 、ATP、[H]
反应产物	[H]、O ₂ 、ATP	有机物、ADP、Pi、水
物质变化	水的光解： $2H_2O \xrightarrow{\text{光、色素}} 4[H] + O_2$ ATP 的生成： $ADP + Pi \xrightarrow{\text{酶}} ATP$	CO₂ 的固定： $CO_2 + C_5 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3$ C₃ 的还原： $2C_3 \xrightarrow{[H]、ATP、\text{酶}} (CH_2O) + C_5 + H_2O$

能量变化	光能→电能→ATP 中活跃的化学能	ATP 中活跃的化学能→糖类等有机物中稳定的化学能
实质	光能转变为化学能，水光解产生 O ₂ 和[H]	同化 CO ₂ 形成 (CH ₂ O)
联系	①光反应为暗反应提供[H]（以 NADPH 形式存在）和 ATP； ②暗反应产生的 ADP 和 Pi 为光反应合成 ATP 提供原料； ③没有光反应，暗反应无法进行，没有暗反应，有机物无法合成	

【详解】

- (1) 由反应产物乙醇、CO₂ 可知，该反应为无氧呼吸，反应场所为细胞质基质。
- (2) 由反应产物乙醇、CO₂ 可知，该反应为无氧呼吸。
- (3) 由分析可知，光合作用的光反应中光能转化成活跃的的化学能，储存在 ATP 中。
- (4) 由分析可知，光合作用的光反应的产物为 O₂ 和 NADPH。
- (5) 由分析可知，线粒体内进行有氧呼吸的第二阶段产物为 CO₂，第三阶段产物为 H₂O。

【2019 年高考真题】

31. （2019 浙江 4 月选考·15）将豌豆根部组织浸在溶液中达到离子平衡后，测得有关数据如下表：

离子	外部溶液的离子浓度 (mmol/L)	根细胞内部离子浓度 (mmol/L)
Mg ²⁺	0.25	3
NO ₃ ⁻	2	28
H ₂ PO ₄ ⁻	1	21

下列叙述正确的是

- A. 溶液通氧状况与根细胞吸收 Mg²⁺ 的量无关
- B. 若不断提高温度，根细胞吸收 H₂PO₄⁻ 的量会不断增加
- C. 若溶液缺氧，根细胞厌氧呼吸产生乳酸会抑制 NO₃⁻ 的吸收
- D. 细胞呼吸电子传递链阶段产生的大量 ATP 可为吸收离子供能

【答案】D

【解析】分析表格数据可知，豌豆根部组织细胞内的 Mg²⁺、H₂PO₄⁻ 和 NO₃⁻ 的浓度均高于外部溶液，故三种离子进入细胞的方式均为主动转运，主动转运消耗 ATP，并且需要借助载体蛋白。溶液通氧状况会影响根细胞的需氧呼吸，影响 ATP 的合成，进而影响吸收的 Mg²⁺ 的量，A 选项错误；不断提高温度，根细胞中需氧呼吸的酶的活性可能会受到抑制，影响需氧呼吸合成 ATP，进而影响根细胞吸收 H₂PO₄⁻ 的量可能减少，B

选项错误；若溶液缺氧，豌豆根细胞厌氧呼吸为酒精发酵，会产生乙醇和二氧化碳，C 选项错误；细胞呼吸的电子传递链过程是[H]和氧气结合生成水，并产生大量 ATP 的过程，可为吸收离子功能，D 选项正确。

32. (2019 浙江 4 月选考·27) 生物利用的能源物质主要是糖类和油脂，油脂的氧原子含量较糖类中的少而氢的含量多。可用一定时间内生物产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值来大致推测细胞呼吸底物的种类。下列叙述错误的是

- A. 将果蔬储藏于充满氮气的密闭容器中，上述比值低于 1
- B. 严重的糖尿病患者与其正常时相比，上述比值会降低
- C. 富含油脂的种子在萌发初期，上述比值低于 1
- D. 某动物以草为食，推测上述比值接近 1

【答案】A

【解析】果蔬中利用的能源物质为糖类，储藏于充满氮气的密闭容器中，产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值应当等于 1，A 选项错误；严重的糖尿病患者利用的葡萄糖会减少，产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值相比正常时会降低，B 选项正确；富含油脂的种子在萌发初期主要利用油脂为能源物质，故产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值低于 1，C 选项正确；某动物以草为食，则主要的能源物质为糖类，则产生 CO_2 的摩尔数与消耗 O_2 的摩尔数的比值接近 1，D 选项正确。故错误的选项选择 A。

33. (2019 全国卷 II·2) 马铃薯块茎储藏不当会出现酸味，这种现象与马铃薯块茎细胞的无氧呼吸有关。下列叙述正确的是 ()

- A. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸的产物是乳酸和葡萄糖
- B. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生的乳酸是由丙酮酸转化而来
- C. 马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸的过程不能生成 ATP
- D. 马铃薯块茎储藏库中氧气浓度的升高会增加酸味的产生

【答案】B

【解析】马铃薯块茎无氧呼吸的产物是乳酸，无葡萄糖，A 错误；马铃薯块茎细胞无氧呼吸的第一阶段，葡萄糖被分解成丙酮酸，丙酮酸在第二阶段转化成乳酸，B 正确；马铃薯块茎细胞无氧呼吸产生丙酮酸属于无氧呼吸的第一阶段，会生成少量 ATP，C 错误；马铃薯块茎储存时，氧气浓度增加会抑制其无氧呼吸，酸味会减少，D 错误。

34. (2019 全国卷 III·4) 若将 n 粒玉米种子置于黑暗中使其萌发，得到 n 株黄化苗。那么，与萌发前的这 n 粒干种子相比，这些黄化苗的有机物总量和呼吸强度表现为 ()

- A. 有机物总量减少，呼吸强度增强
- B. 有机物总量增加，呼吸强度增强
- C. 有机物总量减少，呼吸强度减弱
- D. 有机物总量增加，呼吸强度减弱

【答案】A

【解析】根据题意分析，种子萌发时，吸水膨胀，种皮变软，呼吸作用逐渐增强，将储藏在子叶或胚乳中

的营养物质逐步分解，转化为可以被细胞吸收利用的物质，所以种子萌发过程中，呼吸作用强度增加，而有机物因呼吸作用消耗而总量不断减少。综上所述，BCD 不符合题意，A 符合题意。故选 A。

考点 2 光合作用的过程及其影响因素

【2023 年高考真题】

一、选择题

1. (2023·湖北·统考高考真题) 高温是制约世界粮食安全的因素之一，高温往往使植物叶片变黄、变褐。研究发现平均气温每升高 1°C ，水稻、小麦等作物减产约 3%~8%。关于高温下作物减产的原因，下列叙述错误的是 ()

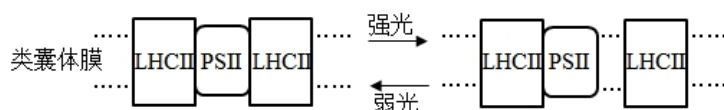
- A. 呼吸作用变强，消耗大量养分
- B. 光合作用强度减弱，有机物合成减少
- C. 蒸腾作用增强，植物易失水发生萎蔫
- D. 叶绿素降解，光反应生成的 NADH 和 ATP 减少

【答案】D

【分析】温度能影响呼吸作用，主要是影响呼吸酶的活性，一般而言，在一定的温度范围内，呼吸强度随着温度的升高而增强。

【详解】A、高温使呼吸酶的活性增强，呼吸作用变强，消耗大量养分，A 正确；
B、高温使气孔导度变小，光合作用强度减弱，有机物合成减少，B 正确；
C、高温使作物蒸腾作用增强，植物易失水发生萎蔫，C 正确；
D、高温使作物叶绿素降解，光反应生成的 NADPH 和 ATP 减少，D 错误。
故选 D。

2. (2023·湖北·统考高考真题) 植物光合作用的光反应依赖类囊体膜上 PSI 和 PSII 光复合体，PSII 光复合体含有光合色素，能吸收光能，并分解水。研究发现，PSII 光复合体上的蛋白质 LHCII，通过与 PSII 结合或分离来增强或减弱对光能的捕获 (如图所示)。LHCII 与 PSII 的分离依赖 LHC 蛋白激酶的催化。下列叙述错误的是 ()



- A. 叶肉细胞内 LHC 蛋白激酶活性下降，PSII 光复合体对光能的捕获增强
- B. Mg^{2+} 含量减少会导致 PSII 光复合体对光能的捕获减弱
- C. 弱光下 LHCII 与 PSII 结合，不利于对光能的捕获

D. PSII光复合体分解水可以产生 H^+ 、电子和 O_2

【答案】C

【分析】由题干信息可知，强光下 LHC 蛋白激酶的催化 LHCII 与 PSII 的分离，弱光下 LHCII 与 PSII 结合，来改变对光能的捕获强度。

【详解】A、叶肉细胞内 LHC 蛋白激酶活性下降，LHCII 与 PSII 分离减少，PSII 光复合体对光能的捕获增强，A 正确；

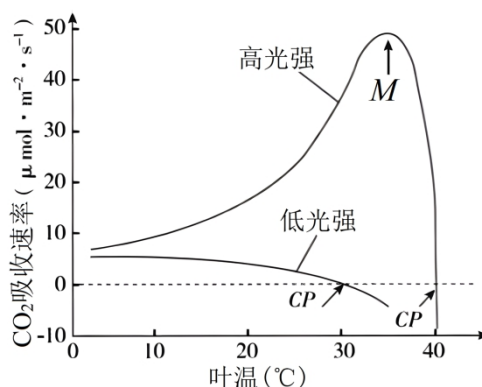
B、 Mg^{2+} 是叶绿素的组成成分，其含量减少会导致 PSII 光复合体上的叶绿素含量减少，导致对光能的捕获减弱，B 正确；

C、弱光下 LHCII 与 PSII 结合，增强对光能的捕获，C 错误；

D、PSII 光复合体能吸收光能，并分解水，水的光解产生 H^+ 、电子和 O_2 ，D 正确。

故选 C。

3. (2023·北京·统考高考真题) 在两种光照强度下，不同温度对某植物 CO_2 吸收速率的影响如图。对此图理解错误的是 ()



A. 在低光强下， CO_2 吸收速率随叶温升高而下降的原因是呼吸速率上升

B. 在高光强下，M 点左侧 CO_2 吸收速率升高与光合酶活性增强相关

C. 在图中两个 CP 点处，植物均不能进行光合作用

D. 图中 M 点处光合速率与呼吸速率的差值最大

【答案】C

【分析】本实验的自变量为光照强度和温度，因变量为 CO_2 吸收速率。

【详解】A、 CO_2 吸收速率代表净光合速率，低光强下， CO_2 吸收速率随叶温升高而下降的原因是呼吸速率上升，需要从外界吸收的 CO_2 减少，A 正确；

B、在高光强下，M 点左侧 CO_2 吸收速率升高主要原因是光合酶的活性增强，B 正确；

C、CP 点代表呼吸速率等于光合速率，植物可以进行光合作用，C 错误；

D、图中 M 点处 CO_2 吸收速率最大，即净光合速率最大，也就是光合速率与呼吸速率的差值最大，D 正确。

故选 C。

4. (2023·全国·统考高考真题) 植物叶片中的色素对植物的生长发育有重要作用。下列有关叶绿体中色素的叙述，错误的是 ()

- A. 氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素
- B. 叶绿素和类胡萝卜素存在于叶绿体中类囊体的薄膜上
- C. 用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰
- D. 叶绿体中的色素在层析液中的溶解度越高，随层析液在滤纸上扩散得越慢

【答案】D

【分析】1、叶绿体色素提取色素原理是色素能溶解在酒精或丙酮等有机溶剂中，所以可用无水酒精等提取色素；分离色素原理是各色素随层析液在滤纸上扩散速度不同，从而分离色素，溶解度大，扩散速度快；溶解度小，扩散速度慢。

2、叶绿素主要吸收蓝紫光和红橙光，类胡萝卜素主要吸收蓝紫光。

【详解】A、叶绿素的元素组成是 C、H、O、N、Mg，氮元素和镁元素是构成叶绿素分子的重要元素，A 正确；

B、光反应的场所是类囊体的薄膜，需要光合色素吸收光能，叶绿素和类胡萝卜素存在于叶绿体中类囊体的薄膜上，B 正确；

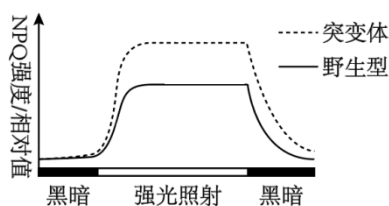
C、类胡萝卜素主要吸收蓝紫光，用不同波长的光照射类胡萝卜素溶液，其吸收光谱在蓝紫光区有吸收峰，C 正确；

D、叶绿体中的色素在层析液中的溶解度越高，随层析液在滤纸上扩散得越快，D 错误。

故选 D。

二、综合题

5. (2023·山东·高考真题) 当植物吸收的光能过多时，过剩的光能会对光反应阶段的 PSII 复合体 (PSII) 造成损伤，使 PSII 活性降低，进而导致光合作用强度减弱。细胞可通过非光化学淬灭 (NPQ) 将过剩的光能耗散，减少多余光能对 PSII 的损伤。已知拟南芥的 H 蛋白有 2 个功能：①修复损伤的 PSII；②参与 NPQ 的调节。科研人员以拟南芥的野生型和 H 基因缺失突变体为材料进行了相关实验，结果如图所示。实验中强光照射时对野生型和突变体光照的强度相同，且强光对二者的 PSII 均造成了损伤。



- (1) 该实验的自变量为_____。该实验的无关变量中，影响光合作用强度的主要环境因素有_____ (答出 2 个因素即可)。
- (2) 根据本实验，_____ (填“能”或“不能”) 比较出强光照射下突变体与野生型的 PSII 活性强弱，理由是_____。
- (3) 据图分析，与野生型相比，强光照射下突变体中流向光合作用的能量_____ (填“多”或“少”)。若测得突变体的暗反应强度高于野生型，根据本实验推测，原因是_____。

【答案】(1)光、H 蛋白 CO_2 浓度、温度

(2)不能 突变体 PSII 系统光损伤小但不能修复，野生型光 PSII 系统损伤大但能修复

(3)少 突变体 PNQ 高，PSII 系统损伤小，虽然损伤不能修复，但是 PSII 活性高，光反应产物多

【分析】光合作用过程：

(1) 光反应场所在叶绿体类囊体薄膜，发生水的光解、ATP 和 NADPH 的生成；

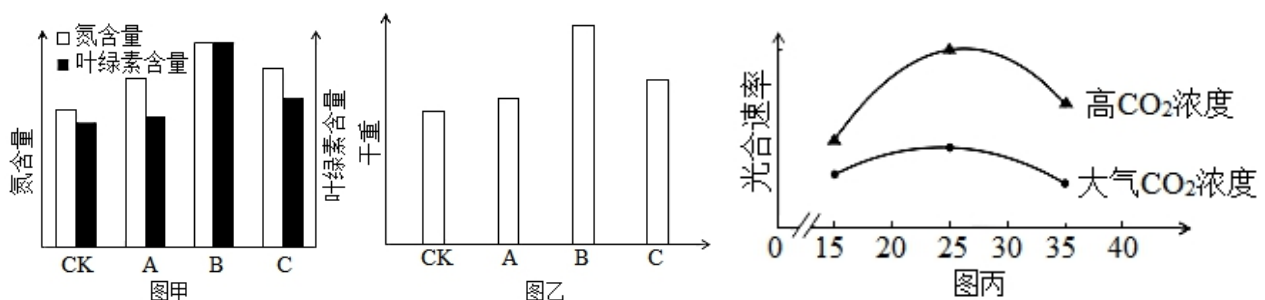
(2) 暗反应场所在叶绿体的基质，发生 CO_2 的固定和 C_3 的还原，消耗 ATP 和 NADPH。

【详解】(1) 据题意拟南芥的野生型和 H 基因缺失突变体为材料进行了相关实验，实验中强光照射时对野生型和突变体光照的强度相同，结合题图分析实验的自变量有光照、H 蛋白；影响光合作用强度的主要环境因素有 CO_2 浓度、温度、水分等。

(2) 据图分析，强光照射下突变体的 NPQ/相对值比野生型的 NPQ/相对值高，能减少强光对 PSII 复合体造成损伤。但是野生型含有 H 蛋白，能对损伤后的 PSII 进行修复，故不能确定强光照射下突变体与野生型的 PSII 活性强弱。

(3) 据图分析，强光照射下突变体中 NPQ/相对值，而 NPQ 能将过剩的光能耗散，从而使流向光合作用的能量减少；突变体的 NPQ 强度大，能够减少强光对 PSII 的损伤且减少作用大于野生型 H 蛋白的修复作用，这样导致突变体的 PSII 活性高，能为暗反应提供较多的 NADPH 和 ATP 促进暗反应进行，因此突变体的暗反应强度高于野生型。

6. (2023·浙江·统考高考真题) 植物工厂是一种新兴的农业生产模式，可人工控制光照、温度、 CO_2 浓度等因素。不同光质比对生菜幼苗体内的叶绿素含量和氮含量的影响如图甲所示，不同光质比对生菜幼苗干重的影响如图乙所示。分组如下：CK 组（白光）、A 组（红光：蓝光=1：2）、B 组（红光：蓝光=3：2）、C 组（红光：蓝光=2：1），每组输出的功率相同。



回答下列问题：

(1) 光为生菜的光合作用提供_____，又能调控生菜的形态建成。生菜吸收营养液中含氮的离子满足其对氮元素需求，若营养液中的离子浓度过高，根细胞会因_____作用失水造成生菜萎蔫。

(2) 由图乙可知，A、B、C 组的干重都比 CK 组高，原因是_____。由图甲、图乙可知，选用红、蓝光配比为_____，最有利于生菜产量的提高，原因是_____。

(3) 进一步探究在不同温度条件下，增施 CO_2 对生菜光合速率的影响，结果如图丙所示。由图可知，在 25℃ 时，提高 CO_2 浓度对提高生菜光合速率的效果最佳，判断依据是_____。植物工厂利用秸秆发酵生产沼气，冬天可燃烧沼气以提高 CO_2 浓度，还可以_____，使光合速率进一步提高，从农业生

态工程角度分析，优点还有_____。

【答案】(1)能量 渗透

(2)光合色素主要吸收红光和蓝紫光 红光：蓝光=3：2 叶绿素和含氮物质的含量最高,光合作用最强

(3)光合速率最大且增加值最高 升高温度 减少环境污染，实现能量多级利用和物质循环再生

【分析】影响光合作用的因素有温度、光照强度、二氧化碳浓度、叶绿素的含量，酶的含量和活性等。

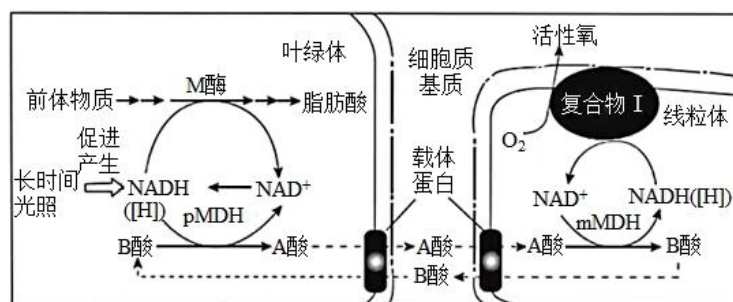
【详解】(1) 植物进行光合作用需要在光照下进行，光为生菜的光合作用提供能量，又能作为信号调控生菜的形态建成。生菜吸收营养液中含氮的离子满足其对氮元素需求，若营养液中的离子浓度过高，造成外界溶液浓度高于细胞液浓度，根细胞会因渗透作用失水使植物细胞发生质壁分离，造成生菜萎蔫。

(2) 分析图乙可知，与 CK 组相比，A、B、C 组的干重都较高。结合题意可知，CK 组使用的是白光照射，而 A、B、C 组使用的是红光和蓝紫光，光合色素主要吸收红光和蓝紫光，故 A、B、C 组吸收的光更充分，光合作用速率更高，积累的有机物含量更高，植物干重更高。由图乙可知，当光质配比为 B 组（红光：蓝光=3：2）时，植物的干重最高；结合图甲可知，B 组植物叶绿素和氮含量都比 A 组（红光：蓝光=1：2）、C 组（红光：蓝光=2：1）高，有利于植物充分吸收光能用于光合作用，即 B 组植物的光合作用速率大于 A 组（红光：蓝光=1：2）、C 组（红光：蓝光=2：1）两组，有机物积累量最高，植物干重最大，最有利于生菜产量的增加。

(3) 由图可知，在 25℃时，提高 CO₂ 浓度时光合速率增幅最高，因此，在 25℃时，提高 CO₂ 浓度对提高生菜光合速率的效果最佳。植物工厂利用秸秆发酵生产沼气，冬天可燃烧沼气以提高 CO₂ 浓度，还可以升高温度，使光合作用有关的酶活性更高，使光合速率进一步提高。从农业生态工程角度分析，优点还有减少环境污染，实现能量多级利用和物质循环再生等。

7. (2023·北京·统考高考真题) 学习以下材料，回答下面问题。

调控植物细胞活性氧产生机制的新发现，能量代谢本质上是一系列氧化还原反应。在植物细胞中，线粒体和叶绿体是能量代谢的重要场所。叶绿体内氧化还原稳态的维持对叶绿体行使正常功能非常重要。在细胞的氧化还原反应过程中会有活性氧产生，活性氧可以调控细胞代谢，并与细胞凋亡有关。我国科学家发现一个拟南芥突变体 m（M 基因突变为 m 基因），在受到长时间连续光照时，植株会出现因细胞凋亡而引起的叶片黄斑等表型。M 基因编码叶绿体中催化脂肪酸合成的 M 酶。与野生型相比，突变体 m 中 M 酶活性下降，脂肪酸含量显著降低。为探究 M 基因突变导致细胞凋亡的原因，研究人员以诱变剂处理突变体 m，筛选不表现细胞凋亡，但仍保留 m 基因的突变株。通过对所获一系列突变体的详细解析，发现叶绿体中 pMDH 酶、线粒体中 mMDH 酶和线粒体内膜复合物 I（催化有氧呼吸第三阶段的酶）等均参与细胞凋亡过程。由此揭示出一条活性氧产生的新途径（如图）：A 酸作为叶绿体中氧化还原平衡的调节物质，从叶绿体经细胞质基质进入到线粒体中，在 mMDH 酶的作用下产生 NADH（[H]）和 B 酸，NADH 被氧化会产生活性氧。活性氧超过一定水平后引发细胞凋亡。



在上述研究中，科学家从拟南芥突变体 **m** 入手，揭示出在叶绿体和线粒体之间存在着一一条 A 酸-B 酸循环途径。对 A 酸-B 酸循环的进一步研究，将为探索植物在不同环境胁迫下生长的调控机制提供新的思路。

(1)叶绿体通过_____作用将 CO_2 转化为糖。从文中可知，叶绿体也可以合成脂肪的组分_____。

(2)结合文中图示分析，M 基因突变为 **m** 后，植株在长时间光照条件下出现细胞凋亡的原因是：_____，A 酸转运到线粒体，最终导致产生过量活性氧并诱发细胞凋亡。

(3)请将下列各项的序号排序，以呈现本文中科学家解析“M 基因突变导致细胞凋亡机制”的研究思路：_____。

①确定相应蛋白的细胞定位和功能②用诱变剂处理突变体 **m**③鉴定相关基因④筛选保留 **m** 基因但不表现凋亡的突变株

(4)本文拓展了高中教材中关于细胞器间协调配合的内容，请从细胞器间协作以维持稳态与平衡的角度加以概括说明_____。

【答案】 (1)光合 脂肪酸

(2)长时间光照促进叶绿体产生 NADH，M 酶活性降低，pMDH 酶催化 B 酸转化为 A 酸

(3)②④①③

(4)叶绿体产生的 A 酸通过载体蛋白运输到线粒体，线粒体代谢产生的 B 酸，又通过载体蛋白返回到叶绿体，从而维持 A 酸-B 酸的稳态与平衡

【分析】 本实验为探究 M 基因突变导致细胞凋亡的原因，由此揭示 A 酸作为叶绿体中氧化还原平衡的调节物质，从叶绿体经细胞质基质进入到线粒体中，在 mMDH 酶的作用下产生 NADH ($[\text{H}]$) 和 B 酸，NADH 被氧化会产生活性氧。

【详解】 (1) 叶绿体通过光合作用将 CO_2 转化为糖。由于 M 基因编码叶绿体中催化脂肪酸合成的 M 酶。可推测叶绿体也可以合成脂肪的组分脂肪酸。

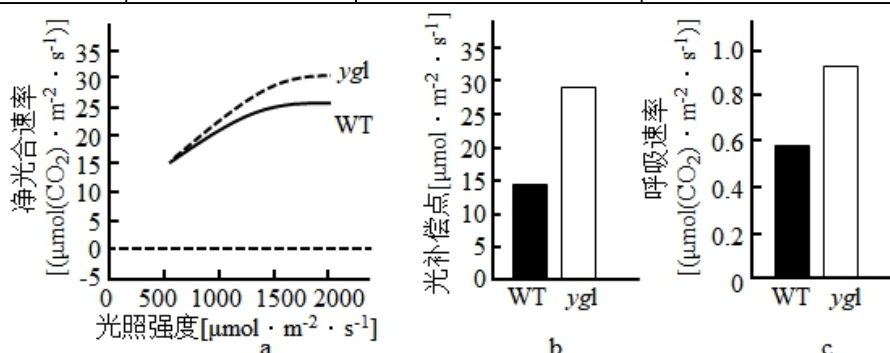
(2) M 基因突变为 **m** 后，植株在长时间光照条件下出现细胞凋亡的原因是：长时间光照促进叶绿体产生 NADH，M 酶活性降低，pMDH 酶催化 B 酸转化为 A 酸，A 酸转运到线粒体，最终导致产生过量活性氧并诱发细胞凋亡。

(3) “M 基因突变导致细胞凋亡机制”的研究思路：②用诱变剂处理突变体 **m**，④筛选保留 **m** 基因但不表现凋亡的突变株，①确定相应蛋白的细胞定位和功能，③鉴定相关基因，正确顺序为②④①③。

(4) 细胞器间协作以维持稳态与平衡的过程：叶绿体产生的 A 酸通过载体蛋白运输到线粒体，线粒体代谢产生的 B 酸，又通过载体蛋白返回到叶绿体，从而维持 A 酸-B 酸的稳态与平衡。

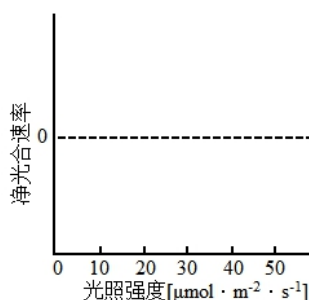
8. (2023·广东·统考高考真题) 光合作用机理是作物高产的重要理论基础。大田常规栽培时，水稻野生型(WT)的产量和黄绿叶突变体(ygl)的产量差异不明显，但在高密度栽培条件下 ygl 产量更高，其相关生理特征见下表和图。(光饱和点：光合速率不再随光照强度增加时的光照强度；光补偿点：光合过程中吸收的 CO_2 与呼吸过程中释放的 CO_2 等量时的光照强度。

水稻材料	叶绿素 (mg/g)	类胡萝卜素 (mg/g)	类胡萝卜素/叶绿素
WT	4.08	0.63	0.15
ygl	1.73	0.47	0.27



分析图表，回答下列问题：

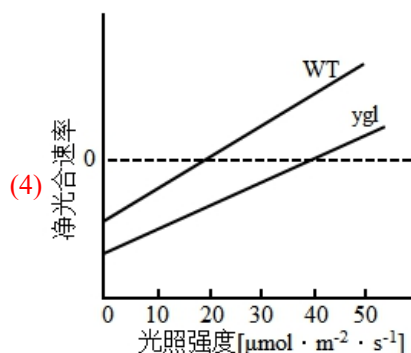
- (1)ygl 叶色黄绿的原因包括叶绿素含量较低和_____，叶片主要吸收可见光中的_____光。
- (2)光照强度逐渐增加达到 $2000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时，ygl 的净光合速率较 WT 更高，但两者净光合速率都不再随光照强度的增加而增加，比较两者的光饱和点，可得 ygl_____WT (填“高于”、“低于”或“等于”)。ygl 有较高的光补偿点，可能的原因是叶绿素含量较低和_____。
- (3)与 WT 相比，ygl 叶绿素含量低，高密度栽培条件下，更多的光可到达下层叶片，且 ygl 群体的净光合速率较高，表明该群体_____，是其高产的原因之一。
- (4)试分析在 $0 \sim 50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围的低光照强度下，WT 和 ygl 净光合速率的变化，在给出的坐标系中绘制净光合速率趋势曲线_____。在此基础上，分析图 a 和你绘制的曲线，比较高光照强度和低光照强度条件下 WT 和 ygl 的净光合速率，提出一个科学问题_____。



【答案】(1)类胡萝卜素/叶绿素比例上升 红光和蓝紫

(2)高于 呼吸速率较高

(3)有机物积累较多



为什么达到光饱和点时，ygl 的净光合速率高于 WT？

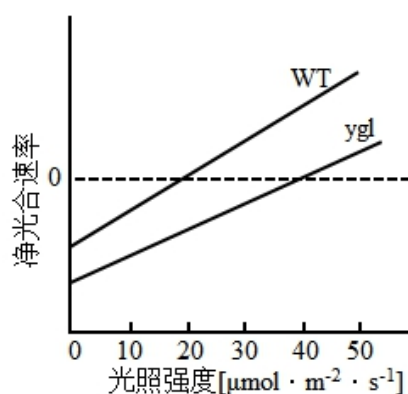
【分析】分析题表和题图：与 WT 相比，ygl 植株的叶绿素和类胡萝卜素含量都较低，但类胡萝卜素/叶绿素较高，光饱和点较高，呼吸速率较高。

【详解】(1) 根据表格信息可知，ygl 植株叶绿素含量较低且类胡萝卜素/叶绿素比值比较高，故叶片呈现出黄绿色。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，由 ygl 叶色呈黄绿可推测，主要吸收红光和蓝紫光。

(2) 根据图 a 净光合速率曲线变化可知，WT 先到达光饱和点，即 ygl 的光饱和点高于 WT。光补偿点是光合速率等于呼吸速率的光照强度，据图 b 和图 c 可知，ygl 有较高的光补偿点是因为叶绿素含量较低导致相同光照强度下光合速率较低，且由图 c 可知 ygl 呼吸速率较高。

(3) 净光合速率较高则有机物的积累量较多，更有利于植株生长发育，因此产量较多。

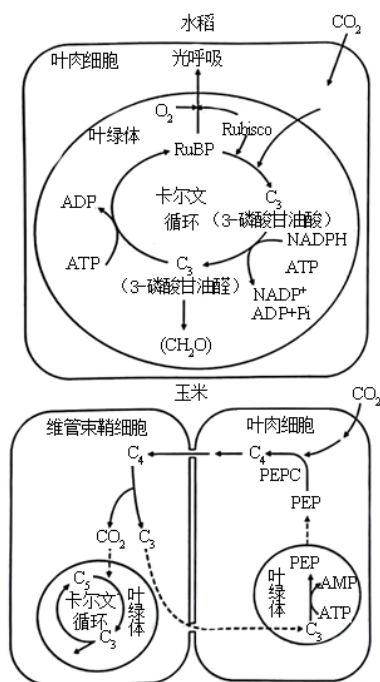
(4) 由于 ygl 呼吸速率较高，且有较高的光补偿点，因此在 $0 \sim 50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 范围的低光照强度下，WT 和 ygl 的净光合速率如下图：



分析图 a 和图示曲线，高光照强度和低光照强度条件下 WT 和 ygl 的净光合速率不同，根据两图可提出问题：为什么达到光饱和点时，ygl 的净光合速率高于 WT？

9. (2023·湖南·统考高考真题) 下图是水稻和玉米的光合作用暗反应示意图。卡尔文循环的 Rubisco 酶对 CO_2 的 K_m 为 $450 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (K 越小，酶对底物的亲和力越大)，该酶既可催化 RuBP 与 CO_2 反应，进行卡尔文循环，又可催化 RuBP 与 O_2 反应，进行光呼吸（绿色植物在光照下消耗 O_2 并释放 CO_2 的反应）。该酶的酶促反应方向受 CO_2 和 O_2 相对浓度的影响。与水稻相比，玉米叶肉细胞紧密围绕维管束鞘，其中叶肉细胞叶绿体是水光解的主要场所，维管束鞘细胞的叶绿体主要与 ATP 生成有关。玉米的暗反应先在叶肉

细胞中利用 PEPC 酶（PEPC 对 CO_2 的 K_m 为 $7\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）催化磷酸烯醇式丙酮酸（PEP）与 CO_2 反应生成 C_4 ，固定产物 C_4 转运到维管束鞘细胞后释放 CO_2 ，再进行卡尔文循环。回答下列问题：



- (1)玉米的卡尔文循环中第一个光合还原产物是_____（填具体名称），该产物跨叶绿体膜转运到细胞质基质合成_____（填“葡萄糖”“蔗糖”或“淀粉”）后，再通过_____长距离运输到其他组织器官。
- (2)在干旱、高光照强度环境下，玉米的光合作用强度_____（填“高于”或“低于”）水稻。从光合作用机制及其调控分析，原因是_____（答出三点即可）。
- (3)某研究将蓝细菌的 CO_2 浓缩机制导入水稻，水稻叶绿体中 CO_2 浓度大幅提升，其他生理代谢不受影响，但在光饱和条件下水稻的光合作用强度无明显变化。其原因可能是_____（答出三点即可）。

【答案】 (1) 3-磷酸甘油醛 蔗糖 维管组织

(2) 高于 高光照条件下玉米可以将光合产物及时转移；玉米的 PEPC 酶对 CO_2 的亲合力比水稻的 Rubisco 酶更高；玉米能通过 PEPC 酶生成 C_4 ，使维管束鞘内的 CO_2 浓度高于外界环境，抑制玉米的光呼吸

(3) 酶的活性达到最大，对 CO_2 的利用率不再提高；受到 ATP 以及 NADPH 等物质含量的限制；原核生物和真核生物光合作用机制有所不同

【分析】 本题主要考查的光合作用过程中的暗反应阶段，也就是卡尔文循环，绿叶通过气孔从外界吸收的 CO_2 ，在特定酶的作用下，与 C_5 （一种五碳化合物）结合，这个过程称作 CO_2 的固定。一分子的 CO_2 被固定后，很快形成两个 C_3 分子。在有关酶的催化作用下， C_3 接受 ATP 和 NADPH 释放的能量，并且被 NADPH 还原。随后，一些接受能量并被还原的 C_3 ，在酶的作用下经过一系列的反应转化为糖类；另一些接受能量并被还原的 C_3 ，经过一系列变化，又形成 C_5 。这些 C_5 又可以参与 CO_2 的固定。这样，暗反应阶段就形成从 C_5 到 C_3 再到 C_5 的循环，可以源源不断地进行下去，因此暗反应过程也称作卡尔文循环。

【详解】 (1) 玉米的光合作用过程与水稻相比，虽然 CO_2 的固定过程不同，但其卡尔文循环的过程是相同的，结合水稻的卡尔文循环图解，可以看出 CO_2 固定的直接产物是 3-磷酸甘油酸，然后直接被还原成 3-磷

酸甘油醛。3-磷酸甘油醛在叶绿体中被转化成淀粉，在叶绿体外被转化成蔗糖，蔗糖是植物长距离运输的主要糖类，蔗糖在长距离运输时是通过维管组织。

(2) 干旱、高光强时会导致植物气孔关闭，吸收的 CO_2 减少，而玉米的 PEPC 酶对 CO_2 的亲合力比水稻的 Rubisco 酶更高；玉米能通过 PEPC 酶生成 C_4 ，使维管束鞘内的 CO_2 浓度高于外界环境，抑制玉米的光呼吸；且玉米能将叶绿体内的光合产物通过维管组织及时转移出细胞。因此在干旱、高光照强度环境下，玉米的光合作用强度高于水稻。

(3) 将蓝细菌的 CO_2 浓缩机制导入水稻叶肉细胞，只是提高了叶肉细胞内的 CO_2 浓度，而植物的光合作用强度受到很多因素的影响；在光饱和条件下如果光合作用强度没有明显提高，可能是水稻的酶活性达到最大，对 CO_2 的利用率不再提高，或是受到 ATP 和 NADPH 等物质含量的限制，也可能是因为蓝细菌是原核生物，水稻是真核生物，二者的光合作用机制有所不同。

10. (2023·全国·统考高考真题) 某同学将从菠菜叶中分离到的叶绿体悬浮于缓冲液中，给该叶绿体悬浮液照光后糖产生。回答下列问题。

- (1) 叶片是分离制备叶绿体的常用材料，若要将叶肉细胞中的叶绿体与线粒体等其他细胞器分离，可以采用的方法是_____（答出 1 种即可）。叶绿体中光合色素分布_____上，其中类胡萝卜素主要吸收_____（填“蓝紫光”“红光”或“绿光”）。
- (2) 将叶绿体的内膜和外膜破坏后，加入缓冲液形成悬浮液，发现黑暗条件下悬浮液中不能产生糖，原因是_____。
- (3) 叶片进行光合作用时，叶绿体中会产生淀粉。请设计实验证明叶绿体中有淀粉存在，简要写出实验思路和预期结果。_____

【答案】(1) 差速离心 类囊体（薄）膜 蓝紫光

(2) 悬液中具有类囊体膜以及叶绿体基质暗反应相关的酶，但黑暗条件下，光反应无法进行，暗反应没有光反应提供的原料 ATP 和 NADPH，所以无法形成糖类。

(3) 思路：将生长状况良好且相同的植物叶片分为甲乙两组，两组植物应均进行饥饿处理（置于黑暗中一段时间消耗有机物），甲组放置在有光条件下，乙组放置在其他环境相同的黑暗状态下，一段时间后，用差速离心法提取出甲乙两组的叶绿体，脱绿后制作成匀浆，分别加入碘液后观察。结果：甲组匀浆出现蓝色，有淀粉产生；乙组无蓝色出现，无淀粉产生。

【分析】叶绿体中的光合色素分布在类囊体膜上，光合色素叶绿素主要吸收红光和蓝紫光，类胡萝卜素主要吸收红光。

【详解】(1) 植物细胞器的分离方法可用差速离心法，叶绿体中的光合色素分布在类囊体膜上，光合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。

(2) 光合作用光反应和暗反应同时进行，黑暗条件下无光，光反应不能进行，无法为暗反应提供原料 ATP 和 NADPH，暗反应无法进行，产物不能生成。

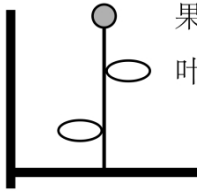
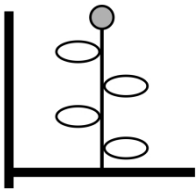
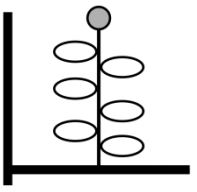
(3) 要验证叶绿体中有光合作用产物淀粉，需要将叶绿体提取出来并检测其中淀粉。因此将生长状况良好且相同的植物叶片分为甲乙两组，先进行饥饿处理，排除原有淀粉的干扰。之后甲组放置在有光条件下，

乙组放置在其他环境相同的黑暗状态下，一段时间后，用差速离心法提取出甲乙两组的叶绿体，需要脱绿处理，制作成匀浆，分别加入碘液后观察。

预期的结果：甲组匀浆出现蓝色，有淀粉产生；乙组无蓝色出现，无淀粉产生。

11. (2023·浙江·统考高考真题) 叶片是给植物其他器官提供有机物的“源”，果实是储存有机物的“库”。现以某植物为材料研究不同库源比（以果实数量与叶片数量比值表示）对叶片光合作用和光合产物分配的影响，实验结果见表 1。

表 1

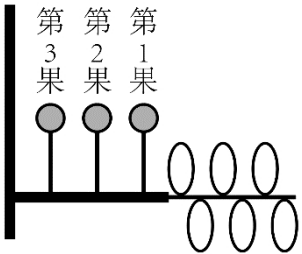
项目	甲组	乙组	丙组
处理			
库源比	1/2	1/4	1/6
单位叶面积叶绿素相对含量	78.7	75.5	75.0
净光合速率 ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	9.31	8.99	8.75
果实中含 ^{13}C 光合产物 (mg)	21.96	37.38	66.06
单果重 (g)	11.81	12.21	19.59

注：①甲、乙、丙组均保留枝条顶部 1 个果实并分别保留大小基本一致的 2、4、6 片成熟叶，用 $^{13}\text{CO}_2$ 供应给各组保留的叶片进行光合作用。②净光合速率：单位时间单位叶面积从外界环境吸收的 $^{13}\text{CO}_2$ 量。

回答下列问题：

- (1) 叶片叶绿素含量测定时，可先提取叶绿体色素，再进行测定。提取叶绿体色素时，选择乙醇作为提取液的依据是_____。
- (2) 研究光合产物从源分配到库时，给叶片供应 $^{13}\text{CO}_2$ ， $^{13}\text{CO}_2$ 先与叶绿体内的_____结合而被固定，形成的产物还原为糖需接受光反应合成的_____中的化学能。合成的糖分子运输到果实等库中。在本实验中，选用 $^{13}\text{CO}_2$ 的原因有_____（答出 2 点即可）。
- (3) 分析实验甲、乙、丙组结果可知，随着该植物库源比降低，叶净光合速率_____（填“升高”或“降低”）、果实中含 ^{13}C 光合产物的量_____（填“增加”或“减少”）。库源比降低导致果实单果重变化的原因是_____。
- (4) 为进一步研究叶片光合产物的分配原则进行了实验，库源处理如图所示，用 $^{13}\text{CO}_2$ 供应给保留的叶片进行光合作用，结果见表 2。

果实位置	果实中含 ^{13}C 光合产物 (mg)	单果重 (g)
------	--------------------------------	---------



第 1 果	26.91	12.31
第 2 果	18.00	10.43
第 3 果	2.14	8.19

根据表 2 实验结果，从库与源的距离分析，叶片光合产物分配给果实的特点是_____。

(5)综合上述实验结果，从调整库源比分析，下列措施中能提高单枝的合格果实产量（单果重 10g 以上为合格）的是哪一项？_____

- A. 除草 B. 遮光 C. 疏果 D. 松土

【答案】(1)叶绿体中的色素易溶于无水乙醇

(2) C_5 ATP 和 NADPH 研究光合产物从源分配到库生成过程；研究净光合积累有机物的量

(3)降低 增加 库源比降低，植株总的叶片光合作用制造的有机物增多，运输到单个果实的有机物量增多，因此单果重量增加。

(4)离叶片越近的果实分配到的有机物越多，即库与源距离越近，库得到的有机物越多

(5)C

【分析】本题研究不同库源比（以果实数量与叶片数量比值表示）对叶片光合作用和光合产物分配的影响，自变量为库源比，即以果实数量与叶片数量比值；因变量为光合作用以及光合产物分配情况。

【详解】（1）叶绿体中的色素易溶于无水乙醇，因此用乙醇作为提取液；

（2）研究光合产物从源分配到库时，给叶片供应 $^{13}CO_2$ ， $^{13}CO_2$ 先与叶绿体内的 C_5 结合而被固定，形成的产物还原为糖需接受光反应合成的 ATP 和 NADPH 中的化学能，合成的糖分子运输到果实等库中。

在本实验中，选用 $^{13}CO_2$ 的原因有研究光合产物从源分配到库生成过程，研究净光合积累有机物的量等。

（3）分析实验甲、乙、丙组结果可知，随着该植物库源比降低，叶净光合速率降低；

果实中含 ^{13}C 光合产物的量增多；

库源比降低导致果实单果重变化的原因是植株总的叶片光合作用制造的有机物增多，运输到单个果实的有机物量增多，因此单果重量增加。

（4）根据表 2 实验结果，从库与源的距离分析，叶片光合产物分配给果实的特点是离叶片越近的果实分配到的有机物越多，即库与源距离越近，库得到的有机物越多。

（5）综合上述实验结果，从调整库源比分析，能提高单枝的合格果实产量的是疏果，减小库和源的比值，能提高果实产量，故选 C。

【2022 年高考真题】

12.（2022·全国乙卷·高考真题）某同学将一株生长正常的小麦置于密闭容器中，在适宜且恒定的温度和光照条件下培养，发现容器内 CO_2 含量初期逐渐降低，之后保持相对稳定。关于这一实验现象，下列解释合理的是（ ）

- A. 初期光合速率逐渐升高，之后光合速率等于呼吸速率
B. 初期光合速率和呼吸速率均降低，之后呼吸速率保持稳定
C. 初期呼吸速率大于光合速率，之后呼吸速率等于光合速率
D. 初期光合速率大于呼吸速率，之后光合速率等于呼吸速率

【答案】D

【分析】光合作用会吸收密闭容器中的 CO_2 ，而呼吸作用会释放 CO_2 ，在温度和光照均适宜且恒定的情况下，两者速率主要受容器中 CO_2 和 O_2 的变化影响。

【详解】A、初期容器内 CO_2 含量较大，光合作用强于呼吸作用，植物吸收 CO_2 释放 O_2 ，使密闭容器内的 CO_2 含量下降， O_2 含量上升，A 错误；

B、根据分析由于密闭容器中，在适宜且恒定的温度和光照条件下，容器内的 CO_2 含量下降，所以说明植物光合速率大于呼吸速率，但由于 CO_2 含量逐渐降低，从而使植物光合速率逐渐降低，直到光合作用与呼吸作用相等，容器中气体趋于稳定，B 错误；

CD、初期光合速率大于呼吸速率，之后光合速率等于呼吸速率，C 错误，D 正确。

故选 D。

13. (2022·湖南·高考真题) 在夏季晴朗无云的白天，10 时左右某植物光合作用强度达到峰值，12 时左右光合作用强度明显减弱。光合作用强度减弱的原因可能是 ()

- A. 叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少
B. 光合酶活性降低，呼吸酶不受影响，呼吸释放的 CO_2 量大于光合固定的 CO_2 量
C. 叶绿体内膜上的部分光合色素被光破坏，吸收和传递光能的效率降低
D. 光反应产物积累，产生反馈抑制，叶片转化光能的能力下降

【答案】AD

【详解】A、夏季中午叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少，暗反应减慢，光合作用强度明显减弱，A 正确；

B、夏季中午气温过高，导致光合酶活性降低，呼吸酶不受影响（呼吸酶最适温度高于光合酶），光合作用强度减弱，但此时光合作用强度仍然大于呼吸作用强度，即呼吸释放的 CO_2 量小于光合固定的 CO_2 量，B 错误；

C、光合色素分布在叶绿体的类囊体薄膜而非叶绿体内膜上，C 错误；

D、夏季中午叶片蒸腾作用强，失水过多使气孔部分关闭，进入体内的 CO_2 量减少，暗反应减慢，导致光反应产物积累，产生反馈抑制，使叶片转化光能的能力下降，光合作用强度明显减弱，D 正确。

故选 AD。

14. (2022·全国甲卷·高考真题) 根据光合作用中 CO_2 的固定方式不同，可将植物分为 C_3 植物和 C_4 植物等类型。 C_4 植物的 CO_2 补偿点比 C_3 植物的低。 CO_2 补偿点通常是指环境 CO_2 浓度降低导致光合速率与呼吸速率相等时的环境 CO_2 浓度。回答下列问题。

(1) 不同植物(如 C_3 植物和 C_4 植物)光合作用光反应阶段的产物是相同的，光反应阶段的产物是_____

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/875123040044011114>