

试题解析

1. D

细胞学说是由施莱登和施旺创立，它们通过观察动、植物细胞结构提出细胞是构成动、植物的基本结构；使人们对生命的认识由个体宏观水平进入到了微观的细胞水平。但他们没有分离出细胞和进一步完善细胞学说。

是通过观察动、植物细胞结构得出细胞是构成动、植物的基本结构，并没有分离出细胞，A 错误；由施莱登和施旺创立了细胞学说，由魏尔肖完善了细胞学说，B 错误；使人们对生命的认识达到了细胞水平，并没有达到分子水平，C 错误；细胞学说论证了整个生物体在结构上的统一性，使动物和植物通过细胞这一共同的结构联系起来，D 正确。

熟悉细胞学说的创建、发展和完善的过程是判断本题的关键

2. A

细胞内水的存在形式是自由水和结合水，结合水是细胞结构的重要组成成分，自由水良好的溶剂，是许多化学反应的介质，自由水还参与许多化学反应，自由水对于物质运输具有重要作用；细胞代谢越旺盛，自由水与结合水比值越大，抗逆性越差。

A、小麦种子中含量最多的化合物是淀粉，A 错误；

B、蛋白质合成时 mRNA 是模板，tRNA 能识别密码子并携带氨基酸，rRNA 是核糖体的组成成分，是蛋白质的合成场所，B 正确；

C、与干燥种子相比，萌发的种子细胞代谢旺盛，自由水含量多，因此自由水与结合水比值大，C 正确；

D、淀粉的初步水解产物麦芽糖，彻底水解产物是葡萄糖，麦芽糖和葡萄糖都是还原性糖，与斐林试剂反应后产生砖红色沉淀，D 正确。

3. B

阅读题干可知，本题是考查有关科学史的相关知识，根据问题提示结合基础知识进行回答。

A、最早用显微镜观察到细胞是虎克，施莱登和施旺建立了细胞学说，A 错误；

B、美国科学家萨姆纳从刀豆种子提取出脲酶，并证明脲酶是蛋白质，B 正确；

C、电子显微镜发明之后，罗伯特森利用电子显微镜清晰看到细胞膜的暗—亮—暗的三层结构，C 错误；

D、斯帕兰札尼用将肉块放在金属笼子中让鹰吞下，取出后肉块消失，证明存在化学性消化，D 错误。

4. A

题图分析，①指线粒体内膜和外膜的间隙，②指线粒体内膜，③指线粒体基质，④指线粒体外膜。线粒体 DNA 分布于线粒体基质中，因此将正常线粒体各部分分离后，含有线粒体 DNA 的是③线粒体基质。

A、①指线粒体内膜和外膜的间隙，不进行有氧呼吸，②指线粒体内膜，可进行有氧呼吸的第三阶段，据此可推测，①中蛋白质含量没有②上丰富，A 正确；

B、线粒体中含有少量的 DNA，存在于线粒体基质③中，线粒体 DNA 是裸露的，没有与蛋白质结合成染色体，B 错误；

C、④是线粒体外膜，与有氧呼吸无关，因而其上不含有与有氧呼吸有关的酶，C 错误；

D、线粒体是进行有氧呼吸的真核细胞的“动力车间”，是有氧呼吸的主要场所，而在哺乳动物成熟的红细胞中不含线粒体，其能量供应来自细胞质基质，D 错误。

5. D

原核细胞和部分真核细胞不含细胞核；植物细胞、大多数原核细胞和真菌具有细胞壁；线粒体是有氧呼吸的主要场所，不含线粒体的真核细胞不能进行有氧呼吸。

A、不具有细胞核的细胞不一定是原核细胞，如哺乳动物成熟的红细胞，A 正确；

B、植物细胞具有细胞壁，所以 2 号装片中的细胞可能来自于植物组织，B 正确；

C、线粒体需要用健那绿染液染色才能看见，能观察到有细胞核，说明是真核细胞，未观察到线粒体，可能是未染色，也可能是不含线粒体，C 正确；

D、含有大液泡的细胞不一定含有叶绿体，如表皮细胞，所以 4 号装片中的细胞不一定含有叶绿体，D 错误。

6. D

据图分析可知，①表示主动运输方式，②表示协助扩散方式，③表示自由扩散方式。a 代表糖蛋白，具有识别功能；c 代表蛋白质（载体蛋白）。

A、葡萄糖进入人体成熟红细胞的方式是协助扩散，而图示方式①为主动运输，A 错误；

B、人体肌细胞进行有氧呼吸产生的二氧化碳以自由扩散的方式排出，②为协助扩散，B 错误；

C、洋葱根尖细胞膜可以通过胞间连丝进行细胞间的信息交流，不一定需要 a 的参与，C 错误；

D、淋巴细胞中的浆细胞分泌抗体的方式是胞吐，因此抗体分泌出细胞的同时会使浆细胞膜成分更新，D 正确。

7. A

据题文和选项的描述可知：该题考查学生对有氧呼吸与无氧呼吸的相关知识的识记和理解能力。

用 ^{14}C -葡萄糖研究肝细胞的糖代谢， ^{14}C -葡萄糖被肝细胞吸收后可参与有氧呼吸过程，先在细胞质基质中被分解为 ^{14}C -丙酮酸和少量的 $[\text{H}]$ ，之后 ^{14}C -丙酮酸在线粒体基质中与水一起被彻底分解生成 $^{14}\text{CO}_2$ 和 $[\text{H}]$ ，因此可在线粒体等结构中检测到放射性，A 正确；细胞外的葡萄糖分子可进入细胞内参与有氧呼吸过程，在细胞质基质中进行的有氧呼吸的第一阶段，葡萄糖被分解为丙酮酸和少量的 $[\text{H}]$ ，B 错误；对于微生物而言，产生酒精的无氧呼吸都可叫做酒精发酵，C 错误；人体细胞能进行有氧呼吸和无氧呼吸，但人体在无氧环境中不能生存，所以不属于兼性厌氧型生物，D 错误。

8. C

经过有丝分裂产生的精原细胞中，由于 DNA 的半保留复制，每个 DNA 均为一条链被标记，另一条链未被标记。

A、减数第二次分裂后期，染色体着丝粒分裂，形成的两条 Y 染色体，一条含 ^3H ，一条不含，随后它们随机移向细胞两极，所以最终形成的精子中可能有 1 条含 ^3H 的 Y 染色体，也可能有一条不含 ^3H 的 Y 染色体，A 正确；

B、经过有丝分裂产生的精原细胞中，每个 DNA 均为一条链被标记，另一条链未被标记。精原细胞经过间期 DNA 复制形成初级精母细胞，初级精母细胞中含 ^3H 的染色体共有 40 条，B 正确；

C、一个次级精母细胞有 0 或 1 或 2 条 X 染色体，但由于初级精母细胞染色体的 DNA 只有一条链含 ^3H ，所以即便在减数第二次分裂后期，某次级精母细胞中含有两条 X 染色体的情况下，该细胞也只有一条 X 染色体含 ^3H ，C 错误；

D、减数第一次分裂完成形成的两个次级精母细胞，每个细胞均含 20 条含 ^3H 的染色体，减数第二次分裂后期，染色体着丝粒分裂，形成 40 条染色体，其中有 20 条含 ^3H 的染色体。20 条只含 ^3H 的染色体，随机分向细胞两极，一个精细胞可能获得 0~20 条含 ^3H 的染色体，D 正确。

9. C

1、参与果酒制作的微生物是酵母菌，其新陈代谢类型为异养兼性厌氧型。

2、参与果醋制作的微生物是醋酸菌，其新陈代谢类型是异养需氧型。果醋制作的原理：当氧气、糖源都充足时，醋酸菌将葡萄汁中的糖分解成醋酸。当缺少糖源时，醋酸菌将乙醇变为乙醛，再将乙醛变为醋酸。

3、泡菜的制作原理：泡菜的制作离不开乳酸菌。在无氧条件下，乳酸菌将葡萄糖分解成乳酸。

A、参与果酒发酵的微生物是酵母菌，酵母菌是真核生物，参与果醋发酵的微生物是醋酸菌，醋酸菌是原核生物，A 错误；

B、果酒制作过程中需用酵母菌，前期需通入氧气，后期保持无氧环境进行发酵产生酒精，而果醋制作过程中的醋酸菌是好氧细菌，在整个过程中都要持续通入氧气，B 错误；

C、不同的微生物适宜的温度和酸碱度不同，如酵母菌温度为 18-30℃，醋酸菌为 30-35℃，细菌中性偏碱，霉菌偏酸，C 正确；

D、乳酸菌属于厌氧菌，开盖放气会影响乳酸菌发酵，因此不能开盖放气，D 错误。

10. B

微生物实验室培养的关键是防止杂菌污染，无菌操作分为消毒和灭菌，其中消毒只是杀死物体表面的微生物，而灭菌是杀死所有微生物，常用的灭菌方法有高压蒸汽灭菌、干热灭菌和灼烧灭菌。

A、在防止杂菌污染，研究和应用微生物时应进行消毒和灭菌，实验室可以用紫外线或化学药物进行消毒，A 正确；

B、接种环、接种针等金属用具，直接在酒精灯火焰的充分燃烧层即外焰部位灼烧灭菌，B 错误；

C、在实验室中，切不可吃东西、喝水，离开实验室时一定要洗手，以防止被微生物感染，C 正确；

D、玻璃器皿和金属用具等可以采用干热灭菌，D 正确。

11. A

根据题意和图示分析可知：图示表示抗枯萎病新品种的培育过程，其中①为质粒，②为目的基因，③为基因表达载体，④为含有目的基因的受体细胞，⑤为抗枯萎病新品种的幼苗。

A、图中①是质粒，②是目的基因，③为基因表达载体，A 错误；

B、④是重组细胞，由④培育至⑤过程是植物组织培养的过程中，体现了植物细胞的全能性，B 正确；

- C、花粉是生殖细胞，只含体细胞一半的染色体，可能不含抗病基因，C 正确；
D、⑤幼苗中检测到抗枯萎病基因标志着目的基因已经成功导入受体细胞，但这不能说明已经成功培育抗枯萎病新品种，还需要检测目的基因是否成功表达，D 正确。

12. B

纤维素酶、果胶酶处理植物细胞壁以及动物细胞用胰蛋白酶处理的原理都是酶的专一性；原生质体融合和动物细胞融合的原理都是细胞膜的流动性；紫草细胞培养和杂交瘤细胞的培养的原理是细胞增殖；植物组织培养的原理是细胞的全能性。

动物细胞工程利用了酶的专一性，即用胰蛋白酶处理动物组织成单个细胞，A 正确；动物细胞培养的原理是细胞增殖，B 错误；动物细胞融合的原理是细胞膜的流动性，C 正确；紫草细胞的培养利用了细胞增殖的原理，D 正确。

13. C

分析题图：10-23 型脱氧核酶与靶 RNA 结合并进行定点切割，切割位点在一个未配对的嘌呤核苷酸（图中 R 所示）和一个配对的嘧啶核苷酸（图中 Y 所示）之间，可能将靶 RNA 切割成长度不等的多个核糖核苷酸链。

A、10-23 型酶能与靶 RNA 按照碱基互补配对原则结合，且其组成成分中含有碱基 T，说明该酶是 DNA，DNA 的基本组成单位是脱氧核苷酸，A 错误；

B、酶能降低化学反应的活化能，但 10-23 型酶切割的是 Y 与 R 所在核苷酸间的磷酸二酯键，B 错误；

C、10-23 型酶与靶 RNA 按照碱基互补配对原则结合并发挥作用，故 10-23 型酶与靶 RNA 的结合伴随着氢键的形成，C 正确；

D、题图所示 10-23 型酶作用模型体现了酶的专一性，D 错误。

14. D

纯合子自交后代仍然是纯合子，而杂合子自交后代有杂合子和纯合子；基因分离定律的实质是减数第一次分裂后期，等位基因随同源染色体的分离而分开；一般情况下，同种生物产生的雄配子远远多于雌配子。

A、杂合子自交后代既有纯合子也有杂合子，纯合子相交的后代可能是纯合子也可能是杂合子，A 错误；

B、 F_2 表现型的比例为 3:1 是杂合子自交的性状分离比，不是说明基因分离定律实质，B 错误；

C、基因分离定律的细胞学基础是减数第一次分裂时同源染色体分离，C 错误；

D、 F_1 所产生雌配子总数与雄配子总数的大小关系一般不会影响 3:1 的出现，D 正

确。

15. AB

实验的对照可以是空白对照、自身对照、条件对照等不同形式。酶的最适 pH 或者最适温度都需要通过预实验检测大致范围，再通过正式实验确定具体数值，而不是只通过少数几个实验数据就能得到结论的。同位素标记法可以追踪元素的转移途径找出化合物的合成转化关系。光合色素的分离实验原理是，根据不同色素在层析液中的溶解度差异使色素扩散速度产生差异，从而分离色素。

A、在“观察紫色洋葱鳞片叶细胞质壁分离与复原”实验中，原生质层的形态和位置变化为因变量，该实验存在自身对照，即细胞质壁分离前和分离后以及分离后复原状态的对照，A 错误；

B、在“用过氧化氢酶探究 pH 对酶活性的影响”实验中，过氧化氢分解速率最快的实验组的 pH 仅代表在实验的各个 pH 值中，该组最接近最适 pH 值，但不能说明这个值就是最适 pH 值，B 错误；

C、小鼠吸入 $^{18}\text{O}_2$ ，通过呼吸作用的多次循环，可以进入 H_2O 和 CO_2 中，所以其尿液中可检测到 H_2^{18}O ，呼出的 CO_2 可能含有 ^{18}O ，C 正确；

D、在“光合色素的提取和分离”实验中，分离的原理是依据溶解度差异使不同色素的扩散速度不同，若层析分离结果显示某相邻两条色素带间距很小，说明此二者在层析液中的溶解度差异小，D 正确。

故选 AB。

16. ACD

动物细胞和植物细胞的比较：

	动物细胞	植物细胞
不同点	没有细胞壁、液泡、叶绿体	有细胞壁、液泡、叶绿体
	有中心体	低等植物有中心体，高等植物没有中心体
相同点	①都有细胞膜、细胞核、细胞质。 ②细胞质中共有的细胞器是线粒体、内质网、高尔基体、核糖体等。	

A、叶绿体存在于绿色植物的叶肉细胞，因此若发现细胞中含有叶绿体，可判断该细胞来自卷心菜，A 正确；

B、植物的根细胞中没有叶绿体，因此若发现细胞中不含叶绿体，不能判断该细胞来自菜青虫还是卷心菜，B 错误；

C、纤维素是植物细胞中特有的多糖，因此若发现细胞中含有纤维素，可判断该细胞来自卷心菜，C 正确；

D、中心体存在动物细胞和低等植物细胞中，因此若发现细胞中含有中心体，可判断该细胞来自菜青虫，D 正确。

故选 ACD。

17. ABD

题图 1 分析，将菌株 A 和菌株 B 单独涂布于基本培养基上时都没有产生菌落，而将两者混合后涂布于基本培养基上时产生了菌落。图 2 中将菌株 A 和菌株 B 分别置于 U 形管的两端，中间由过滤器隔开。加压力或吸力后，培养液可以自由流通，但细菌细胞不能通过。经几小时培养后，将菌液 A，B 分别涂布于基本培养基上，结果没有产生菌落，说明二者混合后能生长菌落不是互相提供物质的结果，可能是遗传物质改变导致的。

A、培养基配制好应先灭菌，然后待培养基冷却至 50°C 左右时，在酒精灯火焰附近倒平板，A 错误；

B、若菌株 A、B 相互为对方提供了必需的代谢物，那么实验二中培养液（其中包含两种菌株的代谢物质）可以通过过滤器自由流通，那么 A、B 菌株可以利用对方提供的必须代谢物繁殖，经涂布在基本培养基上，应该有菌落产生，与题图不符，因此实验二证明菌株 A、B 混合培养有菌落出现的原因不是相互为对方提供了必需的代谢物的结果，B 错误；

C、实验一中 A、B 菌株之间可以相互接触，就产生了能在基本培养基上繁殖的菌株，实验二中培养液可以自由流通，但细菌细胞不能通过，无相应菌株产生，说明菌株 A、B 可能通过接触发生了遗传物质的重新组合，导致产生了能在基本培养基上繁殖的新菌株，C 正确；

D、细菌需要在中性偏碱性的环境中生长，因此，培养菌株 A、B 的培养基一般需将 pH 调至中性、微碱性，D 错误。

故选 ABD。

18. C

DNA 的复制特征是：边解旋边复制，半保留复制，半不连续复制。

A、图示为真核生物核 DNA 复制过程，核中 DNA 复制过程发生在分裂间期，复制以脱氧核苷酸为原料，A 正确；

B、图 1 中复制泡的大小不同，说明不同起点起始复制的时间不同，多起点复制可以同时多个部位的复制，大大提高了 DNA 复制的效率，B 正确；

C、DNA 边解旋边复制，据图 2 可知，子链复制方向为 $5' \rightarrow 3'$ ，C 错误；

D、碱基互补配对方式为 A 和 T 配对，形成两个氢键，G 和 C 配对时，形成三个氢键，复制过程中解旋时需要破坏氢键，DNA 中 G=C 含量越高，含有的氢键越多，氢键断裂消耗的能量越多，D 正确。

19. ABC

由题意知， $A^+AB_、A^+aB_$ 为红色， $AAB_、AaB_$ 为黄色， $aaB_$ 为棕色， $__bb$ 为黑色，红色果蝇 ($A^+AB_、A^+aB_$) 与黑色果蝇 ($__bb$ 为黑色) 杂交， F_1 中红色

($A^+AB_、A^+aB_$): 棕色 ($aaB_$ 为棕色) = 2: 1，说明亲本都含有 a 基因、雄蝇不含有 b 基因，因此亲本基因型是雄蝇为 A^+aBB ，雌蝇为 A^+abb 。

A、 F_1 中红色 ($A^+AB_、A^+aB_$): 棕色 ($aaB_$ 为棕色) = 2: 1，说明亲本都含有 a 基因、雄蝇不含有 b 基因，因此亲本基因型是雄蝇为 A^+aBB ，雌蝇为 A^+abb ， F_1 中棕色基因型为 $aaBb$ ，相互交配，后代基因型为 $1/4aaBB、1/2aaBb、1/4aabb$ ，棕色个体的概率为 $3/4$ ，A 正确；

BC、由于 $A^+、A、a$ 位于 2 号染色体上，如果 B、b 基因位于 2 号染色体上，即两对等位基因连锁， F_1 中红色雄蝇 A^+aBb 产生的配子的类型及比例是 $A^+B: ab=1: 1$ 或 $aB: A^+b=1: 1$ ， F_1 中棕色雌蝇 $aaBb$ 产生的配子的类型及比例是 $aB: ab=1: 1$ ，雌雄配子随机结合产生后代的基因型及比例是 $A^+aBB: A^+aBb: aaBb: aabb=1: 1: 1: 1$ ，分别表现为红色、红色、棕色、黑色，红色: 棕色: 黑色=2: 1: 1 或 $A^+aBb: aaB_: A^+bb=1: 2: 1$ ，分别表现为红色、棕色、黑色，BC 正确；

D、子一代中红色雄性萤火虫的基因型是 A^+aBb ，多只棕色雌性萤火虫的基因型是 $aaBb$ ，如果 B、b 不在 2 号染色体上，则杂交后代的基因型及比例是 ($1A^+a: 1aa$) ($3B_: 1bb$) = $3A^+aB_: 1A^+abb: 3aaB_: 1aabb$ ，分别表现为红色、黑色、棕色、黑色，红色: 棕色: 黑色=3: 3: 2，D 错误。

故选 ABC。

20. 基因突变 不定向性 一种氨基酸可能对应多种密码子 (或密码子具有简并性) 糖蛋白 (或蛋白质) 控制物质进出细胞 RNA 逆转录 防卫 (和监控、清除) 先上升后降低

1、免疫系统的功能: 防卫、监控、清除。

2、基因突变的特点: 不定向性、低频性、普遍性、少利多害性、随机性。

3、基因编辑技术是一种精准改变目标 DNA 序列的技术，其原理是使基因发生定向突变。

(1) CCR5 基因的 32 个碱基缺失属于碱基对的缺失，称为基因突变；基因突变具有不定向性，所以在自然界中 CCR5 基因可能存在多种突变类型；由于一种氨基酸

可能对应多种密码子，所以发生基因突变但是合成的蛋白质可能不变。

(2) T细胞的细胞膜上存在HIV的识别受体，其成分是糖蛋白，HIV能够进入T细胞，这说明细胞膜控制物质进出细胞的能力是有限的。

(3) HIV的遗传物质是RNA。在宿主细胞中HIV通过逆转录把遗传信息由RNA传递给DNA。

(4) 艾滋病是一种免疫缺陷病，患者感染HIV后，免疫系统会行使防卫（和监控、清除）功能，感染后患者体内会先发生免疫反应，增加T细胞的数量来应对病毒，能杀死大部分病毒，但是由于HIV的寄生作用，T细胞会死亡，所以T细胞的数量变化是先上升后下降。

本题考查基因编辑及艾滋病的相关知识，要求考生识记艾滋病的传播途径，掌握艾滋病的致病原理，掌握基因突变特点，能结合所学的知识准确判断各选项。

21. (1) 大于 上升

(2) 光照强度 叶绿体 线粒体

(3) 呼吸速率下降，相关酶的活性因降温而下降

根据题意和图示分析可知：图示是在充满 N_2 和 CO_2 的密闭容器中，用水培法栽培几株番茄，测得系统的呼吸速率和光合速率变化曲线如图，光合速率：0~2h，光合速率上升；2~8h，光合速率保持相对稳定；8~10h，光合速率急剧下降。细胞呼吸：0~8h，呼吸速率逐渐升高；8~10h，呼吸速率保持相对稳定；10~12h，呼吸速率有所下降。

(1)

由图可知，6~8h间光合速率大于呼吸速率，容器内的 O_2 含量上升。

(2)

影响光合作用的环境因素包括：光照强度、温度和二氧化碳浓度等，9~10h间，光合速率迅速下降，而呼吸速率未有明显变化，因此可以排除温度变化的原因；呼吸作用可以不断释放二氧化碳，题干中“ CO_2 充足”，因此二氧化碳不可能导致光合速率急速下降，因此推测最可能发生变化的环境因素是光照强度。第10h时只进行呼吸作用，因此产生ATP的细胞器只有线粒体，所以不再产生ATP的细胞器是叶绿体。若此环境因素维持不变，容器内的 O_2 含量将逐渐下降并完全耗尽，此时另一细胞器即线粒体停止ATP的合成。

(3)

由于温度能够影响酶的活性，若在其他条件和上述操作都不变的前提下，8h时将容器置于冰浴中，会导致细胞呼吸酶的活性降低，呼吸速率变慢，与此同时，与光合

作用有关的酶的活性也会降低，导致光合速率也逐渐下降。

本题考查了影响光合作用和呼吸作用的环境因素、呼吸作用的场所、产生 ATP 的场所等方面的知识，要求考生具有一定的识图能力、分析能力和利用变量的方法分析光合作用强度的问题的能力。

22. 限制酶和 DNA 连接酶 具有全能性 内细胞团细胞 胰蛋白酶或胶原蛋白酶 贴壁生长 正确互换整合 正确互换整合后的染色体上只有只有 $neo \gamma$ ，无 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ ，具有 G418 抗性，故能在含有 G418 和 DHPG 的培养液中生长，错误互换整合后的细胞中染色体 DNA 上含有 $neo \gamma$ 和至少 1 个 $HSV-tk$ ，而 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ 的产物都能把 DHPG 转化成有毒物质，故在含有 G418 和 DHPG 的培养液中错误整合的细胞死亡 尿液中霉臭味显著降低

DNA 重组技术至少需要三种工具：限制性核酸内切酶（限制酶）、DNA 连接酶、运载体。构建重组载体时，首先需用限制性核酸内切酶切割目的基因和运载体，再用 DNA 连接酶连接目的基因和运载体形成重组载体。胚胎干细胞简称 ES 或 EK 细胞，来源于早期胚胎或原始性腺（即囊胚期的内细胞团），因此获取的胚胎干细胞应取自囊胚的内细胞团。结合题图可知，正常互换后的染色体 DNA 上只有 $neo \gamma$ ，而无 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ ；错误整合时，载体的两个 $HSV-tk$ 中至少会有一个与 $neo \gamma$ 一起整合到染色体 DNA 上，故由于正确互换后的细胞染色体上有 $neo \gamma$ ，无 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ ，故对 G418 有抗性，可在含 G418 的培养液中正常生活，而错误互换后的染色体 DNA 上由于含有至少 1 个 $HSV-tk$ ，而 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ 的产物都能使细胞死亡，故错误互换的细胞不能生存，据此分析。

（1）构建重组载体时，常用的工具酶有限制性核酸内切酶（限制酶）、DNA 连接酶。实验用小鼠胚胎干细胞作为 PKU 基因的受体细胞，除了胚胎干细胞能大量增殖外，还因为胚胎干细胞具有全能性。

（2）为获得小鼠的胚胎干细胞，可将小鼠囊胚中的内细胞团细胞取出，并用胰蛋白酶或胶原蛋白酶处理使其分散成单个细胞进行培养，培养过程中大部分细胞会贴附在培养瓶的表面生长，这种现象称为贴壁生长。

（3）已知含有 $neo \gamma$ 的细胞具有 G418 的抗性， $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ 的产物都能把 DHPG 转化成有毒物质而使细胞死亡，据分析可知，正确互换后的染色体上只有只有 $neo \gamma$ ，无 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ ，错误互换后的细胞中染色体 DNA 上含有 $neo \gamma$ 和至少 1 个 $HSV-tk$ ，因此，转化后的胚胎干细胞依次在含有 G418 及同时含有 G418 和 DHPG 的培养液中进行培养，在双重选择下存活下来的是正常互换整合的胚胎干细胞，原因是正确互换后的染色体上只有只有 $neo \gamma$ ，无 $HSV-k1$ 、 $HSV-tk2$ ，具有 G418 抗性，故能在含有 G418 及同时含有 G418 和 DHPG 的培养液中生长，错误互换后的细胞

中染色体 DNA 上含有 neo^r 和至少 1 个 $HSV-tk$ ，而 $HSV-tk1$ 、 $HSV-tk2$ 的产物都能把 DHPG 转化成有毒物质，因此在含有 G418 和 DHPG 的培养液中死亡。

(4) 苯丙酮尿症是由于苯丙氨酸代谢途径中的酶缺陷，使得苯丙氨酸不能转变成酪氨酸，导致苯丙氨酸及其酮酸蓄积，并从尿中大量排出，主要表现为智力低下，尿液中有霉臭味，将筛选得到的胚胎干细胞培育成小鼠，若 PKU 基因成功表达，则从个体生物学水平检测，小鼠尿液中霉臭味显著降低。

本题考查了基因工程和胚胎工程等相关知识，要求学生能够识记胚胎干细胞的来源，明确基因表达载体构建过程及目的基因的表达和检测，本题难点在于序列交换后细胞的筛选。

23. (1) 漂洗 染色
(2) 12 48 二 后
(3) ① DNA 分子的复制和有关蛋白质的合成 着丝粒分裂
(4) ③ BC

1、根据减数分裂过程特点可判断图 1 中的①为减数分裂前的间期，②为减数第一次分裂的前期，③为减数第一次分裂的后期，④为减数第一次分裂的末期，⑤为减数第二次分裂的后期，⑥为减数第二次分裂的末期。

2、图 2 中 AB 段的变化是 DNA 复制导致的，CD 段的变化是由着丝粒分裂导致的。

- (1) 制作减数分裂装片的制作流程为：解离→漂洗→染色→制片。
(2) ②为减数第一次分裂的前期，细胞中有 12 对同源染色体，24 条染色体，每条染色体上含有 2 个 DNA 分子，含有 48 个核 DNA 分子，⑤细胞处于减数第二次分裂的后期。

(3) 图 2 中 AB 段 DNA 复制，细胞处于间期，对应图 1 中的细胞①，该时期细胞完成 DNA 分子的复制和有关蛋白质的合成；CD 段每条染色体上的 DNA 分子从 2 个变成 1 个，故 CD 段变化的原因是着丝粒分裂。

(4) 非同源染色体的自由组合发生在减数第一次分裂的后期，对应图 1 中的细胞③，此时每条染色体含有 2 个 DNA，对应图 2 中的 BC 段。

24. 5 减数分裂 次级精母细胞 常 隐性 两 基因的自由组合 $EeX^B X^b$ 等位基因

根据题干信息分析，用亮红眼突变型果蝇与野生型果蝇进行杂交实验， F_1 均为野生型， F_2 野生型与亮红眼表现型之比为 3:1，且亮红眼果蝇雌雄个体数相当，说明该性状受常染色体上的一对等位基因控制。根据表格分析，亲本为亮红眼♂×朱红眼♀， F_2 的野生型与突变型的比例在雌雄性中都接近于 9:7，是 9:3:3:1 的变形，说明

控制亮红眼和朱红眼的两对等位基因位于两对常染色体上，遵循基因的自由组合定律，且双显性个体 $A_E_$ 表现为野生型，其他基因型都表现为突变型。亲本为亮红眼♂ \times 朱砂眼♀杂交，因为朱砂眼基因 (b) 在 X 染色体上， F_1 雌雄性表现型完全不同，根据子二代的分离比接近于 9:7，可推知亲本亮红眼♂的基因型为 eeX^BY ，朱砂眼♀的基因型为 EEX^bX^b ， F_1 野生型为 EeX^BX^b ，突变型为 EeX^bY 。

(1) 由于果蝇有 3 对常染色体和 XY 两条性染色体，所以果蝇的基因组需要测定 5 条染色体上的 DNA 序列。雄果蝇的体细胞或精原细胞中都只含有一条 Y 染色体，经过 DNA 复制后，Y 染色体含有两条姐妹染色单体，在着丝点分裂时，形成两条 Y 染色体，故有丝分裂后期一定含有两条 Y 染色体。但由于减数第一次分裂过程中，同源染色体分离，所以减数第二次分裂后期的细胞不一定含有 Y 染色体，故减数分裂后期可能含有两条 Y 染色体，细胞名称是次级精母细胞。

(2) 研究人员用亮红眼突变型果蝇与野生型果蝇进行杂交实验， F_1 均为野生型， F_2 野生型与亮红眼的比为 3:1，说明亮红眼为隐性性状，亮红眼果蝇雌雄个体数相当，即与性别无关，故说明亮红眼是一种位于常染色体上的隐性突变。

(3) ①根据亮红眼与朱红眼果蝇杂交， F_2 中野生型和突变型的比接近于 9:7，符合 9:3:3:1 的变式，说明控制果蝇亮红眼与朱红眼的基因位于两对同源染色体上，遵循基因的自由组合定律。

②亮红眼与朱砂眼果蝇杂交，子一代雌性都为野生型，雄性均为突变型，与性别有关，且子二代中野生型和突变型的比接近于 7:9，符合 9:3:3:1 的变式，说明是由两对基因控制的，由题意，朱砂眼基因位于 X 染色体上，故亮红眼基因位于常染色体上，且子一代雌性是双杂合子，即 F_1 中雌果蝇的基因型为 EeX^BX^b 。

③亮红眼与猩红眼果蝇杂交， F_1 、 F_2 果蝇中没有出现野生型，说明亮红眼与猩红眼果蝇均不含有野生型基因， e 基因是 d 的等位基因 (e 基因是 d 基因的新的突变)。解答本题的关键是掌握基因的分离定律和自由组合定律的实质，能够根据亲子代的表现型判断显隐性关系，能够根据后代雌雄性的表现型是否存在差异判断基因在什么染色体上。