核心考点 · 通法

考点 1 ▸ 通过子代性状判断显隐性

1.（1）a（1 分）

【解析】（1）纯合松散株型植株与紧凑株型植株杂交，F_1 全为松散株型，F_2 中松散株型：紧凑株型＝3∶1，符合一对等位基因自交的性状分离比，因此，松散株型为显性性状，由 A 基因控制，紧凑株型为隐性性状（比例法），由 a 基因控制。

2.（1）熟黄（1 分）　m1（1 分）

【解析】（1）由题意可知，m1 为单基因突变纯合子。若 m1 发生的突变为隐性突变，则 m1 为隐性突变纯合子，其基因型应为 a1a1，表型为持绿。野生型的基因型为 A1A1，表型为熟黄。二者杂交得到的 F_1 的基因型为 A1a1，表型为熟黄（定义法逆推）。若 A1 基因控制小麦熟黄，即小麦熟黄为显性性状，将 A1 基因转入 m1 个体（持绿）中表达，则获得的植株会表现为熟黄。

3.（每空 1 分，共 2 分）

（1）分离（或基因的分离）　易染条锈病

【解析】（1）两株易染条锈病的小麦杂交，子代中抗条锈病个体约占$\frac{1}{4}$，符合含一对等位基因的杂合子杂交的性状分离比（隐性性状占$\frac{1}{4}$），说明该对相对性状的遗传遵循基因的分离定律，其中易染条锈病为显性性状。

4.（每空 2 分，共 12 分）

（1）高秆、抗病　$\frac{3}{8}$　$\frac{1}{3}$　（2）全为矮秆抗病　矮秆抗病∶矮秆感病＝3∶1　矮秆感病（ddee）

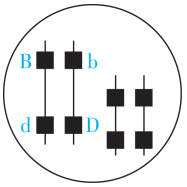
【解析】（1）依据题干信息可知，F_2 中高秆∶矮秆＝12∶4＝3∶1，说明高秆对矮秆为显性性状（比例法），抗病∶感病＝3∶1，说明抗病对感病为显性性状（比例法），进行倒推可知，亲本高秆抗病的基因型为 DDEE，矮秆感病的基因型为 ddee，F_2 中重组类型为高秆感病、矮秆抗病，基因型分别为 D_ee、ddE_，其所占的比例为$\frac{3+3}{9+3+3+1}=\frac{3}{8}$，其中纯合子有 DDee、ddEE，各占$\frac{1}{16}$，共占重组类型的比例为$\frac{2}{16}\div\frac{6}{16}=\frac{1}{3}$。

（2）F_2 中矮秆抗病植株的基因型为 ddE_，为确定其基因型，采用了两种实验方案。方案一为自交法，即让该矮秆抗病植株自交，若其基因型为 ddEE，则后代均为矮秆抗病；若其基因型为 ddEe，则后代会出现矮秆感病植株，且矮秆抗病∶矮秆感病＝3∶1（比例法逆推）。方案二为测交法，即让该矮秆抗病植株与矮秆感病植株（ddee）测交，若后代均为矮秆抗病，则其基因型为 ddEE；若后代矮秆抗病∶矮秆感病＝1∶1，则其基因型为 ddEe。

考点 2 ▸ 基因位置关系及遗传规律判定

5. D　【解析】亲本均为长翅，F_1 中长翅∶残翅＝3∶1，说明长翅为显性性状，残翅为隐性性状。若遗传方式为①常染色体遗传，亲代基因型均为 Aa，子代残翅（aa）在雌雄中出现概率均等，会出现残翅个体中雌雄各一半的情况，A 合理。若遗传方式为②伴 X 染色体遗传，亲代基因型为 X^AX^a、X^AY，子代雌性全为长翅，残翅只有基因型为 X^aY 的雄性果蝇，B 合理。若遗传方式为①常染色体遗传，F_1 长翅雌果蝇基因型及概率为$\frac{1}{3}$AA、$\frac{2}{3}$Aa，与残翅雄果蝇（aa）交配，后代残翅果蝇占比为$\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{3}$，长翅∶残翅＝2∶1；若遗传方式为②伴 X 染色体遗传，F_1 长翅雌果蝇基因型及比例为 X^AX^A∶X^AX^a＝1∶1，残翅果蝇基因型为 X^aY，则后代中残翅占比为$\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$，长翅∶残翅＝3∶1，C 合理。若遗传方式为①常染色体遗传，F_1 长翅个体中 a 基因频率为$\frac{1}{3}$，随机交配后残翅果蝇（aa）占比为$\frac{1}{9}$，长翅∶残翅＝8∶1；若遗传方式为②伴 X 染色体遗传，F_1 长翅雌果蝇基因型及其占比为$\frac{1}{2}$ X^AX^A、$\frac{1}{2}X^AX^a$，长翅雄果蝇基因型为 X^AY，随机交配后代残翅个体基因型只有 X^aY，占比为$\frac{1}{2}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{8}$，长翅∶残翅＝7∶1，D 不合理。

6.（除标注外，每空 2 分，共 13 分）

（1）绿色（1 分）　（2）绿色（1 分）　（3）BBDD　

（4）①替换（1 分）　②BBdd　bbDD　1 和 3

【解析】(1)实验一和实验二中,甲(绿色)与乙(黄色)、甲与丙(黄色)杂交,F_1 均表现为绿色,说明绿色为显性性状。

(2)若乙和丙的基因型相同,则乙和丙杂交后的 F_1 应表现为黄色,F_2 全表现为黄色;若乙和丙的基因型不同,则 F_1 应表现为绿色(杂合),F_2 出现性状分离。因此,若实验三中 F_1 表现为绿色,则表明乙和丙的基因型不同。

(3)根据题意可知,表现为绿色需要同时满足:①具有 B 基因(编码叶绿素合成酶),②d 基因不纯合(d 基因纯合会抑制 B 基因的作用)。甲为纯合绿色豌豆,且与纯合黄色豌豆乙、丙分别杂交,F_1 均表现为绿色,F_2 表型的比例均为 3∶1,说明甲的基因型为 BBDD,乙、丙的基因型为 BBdd、bbDD 中的一种。实验三 F_1 的自交后代出现 1∶1 的性状分离比,结合(2)的解析可知,乙和丙的基因型不同,则 F_1 的基因型为 BbDd,且两对等位基因连锁(B 与 d 连锁,b 与 D 连锁),F_1 相关基因在染色体上的位置见答案。

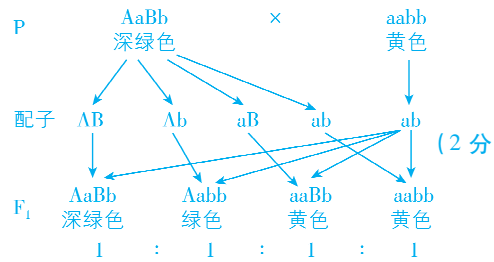
(4)①D 基因能被限制酶 H 酶切,d 基因不能,说明 d 基因缺失了该酶的酶切位点,且由题图 2 可知 D 基因和 d 基因长度相同,则 d 基因最可能是由 D 基因发生碱基替换产生的。②由题图 2 可知,乙只有 1 125 kb 条带,说明为 dd 纯合,结合之前推导,乙基因型为 BBdd;丙只有 699 kb 和 426 kb 条带,说明为 DD 纯合,基因型为 bbDD。F_2 中 1 号个体只有 1 125 kb 条带,为 dd 纯合,表现为黄色;2 号个体同时有三种条带,基因型为 BbDd,表现为绿色;3 号个体只有 699 kb 和 426 kb 条带,为 DD 纯合,基因型为 bbDD,表现为黄色,因此 F_2 中表现为黄色的个体是 1 和 3。

考点 3 ▸ 通过子代分离比判断亲代基因型

7. **B** 【解析】由题干信息,F_2 中雌雄家蚕表型比例不同可推知,B/b 基因位于 Z 染色体上,由于 A/a 基因位于常染色体上,故两对基因的遗传遵循自由组合定律,A 正确。由题干信息可推知,白色家蚕基因型为 aa_ _;黄色家蚕基因型为 $A_Z^bZ^b$、A_Z^bW;黑色家蚕基因型为 $A_Z^BZ^-$、A_Z^BW,若亲本雄蚕基因型为 aaZ^bZ^b,雌蚕基因型为 AAZ^BW,后代基因型 AaZ^bW 个体表现为黄色,与“F_1 均为黑色”矛盾,B 错误。两纯合亲本杂交,F_1 均为黑色,F_1 自由交配,F_2 中雄蚕为黑色∶白色=3∶1,雌蚕为黑色∶白色∶黄色=3∶2∶3,说明 F_1 为双杂合子,即基因型为 AaZ^BZ^b、AaZ^BW,F_2 黑色雄蚕($A_Z^BZ^B$、$A_Z^BZ^b$)中纯合子(AAZ^BZ^B)所占比例为 $\frac{1}{3}$(AA)×$\frac{1}{2}$(Z^BZ^B)=$\frac{1}{6}$,C 正确。求白色蚕占比,即只需求子代中基因型 aa 的概率,F_2 中白色雄蚕相关基因型为 aa,黄色雌蚕相关基因型及概率为 $\frac{1}{3}$AA、$\frac{2}{3}$Aa,则后代中白色蚕占 $\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{3}$,D 正确。

8. (除标注外,每空 1 分,共 15 分)

(1)aabb　Aabb　4　深绿色∶绿色∶黄色=25∶5∶6(2 分)　(2)AaBb



(2 分)

(3)可遗传变异　基因的甲基化修饰改变了基因的表达,且该修饰可通过细胞分裂传递给子代细胞(2 分)　(4)38　减数分裂不会发生联会紊乱,可形成可育的配子　克服远缘杂交不亲和的障碍,扩大亲本的杂交范围(2 分)

【解析】(1)根据题意,表型和基因型对应关系为深绿色 A_B_、绿色 A_bb、黄色 aa_ _。甲与丙的杂交实验中 F_2 的 9∶3∶4 是 9∶3∶3∶1 的变形,说明 F_1 为双杂合子,基因型为 AaBb,纯合深绿色果皮黄瓜甲基因型为 AABB,因此纯合黄色果皮黄瓜丙基因型为 aabb。杂合绿色果皮黄瓜乙基因型为 Aabb。甲与丙的杂交实验中 F_2 中深绿色果皮黄瓜(A_B_)共有 4 种基因型;F_2 深绿色黄瓜植株中各基因型及占比为 $\frac{1}{9}$AABB、$\frac{2}{9}$AABb、$\frac{2}{9}$AaBB、$\frac{4}{9}$AaBb,分别自交并统计后代表型,最终得到表型及比例为深绿色∶绿色∶黄色=25∶5∶6。

(2)深绿色黄瓜丁与纯合黄色黄瓜杂交后代出现三种表型(深绿色、绿色、黄色),说明丁可产生含 a、b 的配子,因此基因型为 AaBb,纯合黄色黄瓜基因型为 aabb。测交后代表型比例为 1∶1∶2。遗传图解见答案。

(3)甲基化修饰属于表观遗传,DNA 碱基序列不改变,基因的表达发生了改变,且该修饰可通过细胞分裂传递给子代细胞,因此属于可遗传变异。

(4)体细胞杂交得到的杂种植株染色体数为两亲本染色体数之和,即 14+24=38;该杂种植株为异源四倍体,有同源染色体,减数分裂可正常联会产生可育配子,因此可育;植物体细胞杂交育种的核心优点是克服远缘杂交不亲和的障碍,打破生殖隔离,扩大亲本的杂交范围。

考点 4 ▸ 连续自交与自由交配

9. (除标注外,每空 1 分,共 11 分)

(1)农杆菌转化　植物组织培养　(2)不能　缺失 A 基因的花粉不育,植株 M 只能产生含 A 基因的花粉,因此子代均含 A 基因(2 分)

AA∶Aa=3∶1(2分)　(3)自交　是　B基因与a基因在同一条染色体上时自交可获得基因型为aaBB的稳定遗传新品系;B基因与A/a位于不同对染色体上时可自交获得基因型为aaBB和aaB的植株,均可稳定遗传(2分)

【解析】(1)农杆菌转化法是将T-DNA携带的目的基因导入植物细胞的常用方法;获得完整植株需要利用植物细胞的全能性,通过植物组织培养技术实现。

(2)油菜是二倍体植物,植株M是T-DNA插入破坏一个A基因得到的,基因型为Aa;题干说明含a基因(A基因缺失)的花粉不育,含a基因的雌配子可育,因此M自交时,雌配子类型及比例为A∶a=1∶1,缺失A基因的花粉不育,故植株M只能产生含A基因的一种花粉,因此子代均含A基因,不能得到早开花的油菜植株。M自交后代基因型及比例为AA∶Aa=1∶1,F_1自由交配时,雌配子中A基因占$\frac{3}{4}$,a基因占$\frac{1}{4}$(雌配子都可育),可育雄配子只有A(a花粉不育),因此F_2中基因型AA占$\frac{3}{4}\times1=\frac{3}{4}$,基因型Aa占$\frac{1}{4}\times1=\frac{1}{4}$,即$F_2$基因型及比例为AA∶Aa=3∶1。

(3)要获得能稳定遗传的纯合可育早开花品系,常用自交法纯化筛选;原植株仅导入一个B基因,当B基因与a基因在同一条染色体上时自交可获得基因型为aaBB的稳定遗传新品系;当B基因与A基因在同一条染色体上时,则得不到所需的早开花个体;当B基因与A/a位于不同对染色体上时可自交获得基因型为aaBB和aaB的植株,这两种植株均可稳定遗传,因此能直接将所得后代中表型为早开花的个体作为所需品系,故认同该同学观点。

10.(除标注外,每空1分,共12分)

(1)1　隐性　(2)N品系　N品系自交所得种子长出来幼叶是黄色,与常规品系杂交所得种子长出来幼叶是绿色(2分)

(3)一个M基因插入T-DNA后不能转录,另一个M基因可正常转录,能翻译出维持花粉粒活性的蛋白质(2分)　$\frac{1}{6}$　(4)基因M与控制幼叶颜色的基因位于两对同源染色体上(2分)　$\frac{1}{4}$　$\frac{1}{2}$

【解析】(1)由题意可知:F_2中绿苗∶黄苗=603∶198≈3∶1,符合分离定律,说明N品系与常规品系均为纯合子,F_1为杂合子,控制幼叶绿色和黄色的基因位于1对同源染色体上,幼叶黄色属于隐性性状。

(2)N品系为幼叶黄色突变体,而幼叶黄色属于隐性性状,因此将常规品系与N品系作为亲本间行种植,成熟后收获N品系所结种子,收获的种子中既有杂合子,也有隐性纯合子。由于N品系自交所得种子长出来的幼叶是黄色,N品系与常规品系杂交所得种子长出来的幼叶是绿色,因此播种收获的种子,在幼苗期拔除黄苗,保留绿苗,可借此区分"真假杂种"。

(3)由题意可知:将一个T-DNA插入基因组成为MM的受精卵中,插入点位于M基因启动子处,会抑制M基因的表达,由于其中一个M基因的启动子插入T-DNA后,这个基因不能正常转录,另一个M基因可正常转录,进而翻译出能够维持花粉粒活性的蛋白质,所以由该受精卵发育成的植株雄性可育。假设该植株的基因型用Mm(m表示插入T-DNA的M基因)表示,用该植株为亲本自交,所得可育的F_1植株中,杂合子(Mm)占$\frac{2}{3}$;F_1植株自交,所得F_2植株中,雄性不育植株(mm)所占的比例为$\frac{2}{3}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{6}$。

(4)若N品系是源自单基因突变,则幼苗叶的颜色受一对等位基因控制,假设幼叶绿色与黄色分别由A、a控制。实验室中种植基因型相同的雄性可育幼苗绿叶黄瓜,F_1中部分个体表现为雄性不育幼苗黄叶和雄性可育幼苗黄叶(不考虑基因突变和互换),说明F_1中发生了不同性状之间的自由组合,由此可知:基因M与控制幼叶颜色的基因位于两对同源染色体上。亲本雄性可育幼苗绿叶个体的基因型为MmAa,F_1可育植株(M_ _ _)中幼叶黄色(M_aa)个体所占比例为$\frac{3}{16}\div\frac{12}{16}=\frac{1}{4}$;$F_1$雄性可育幼叶黄色个体的基因型及概率为$\frac{1}{3}$MMaa、$\frac{2}{3}$Mmaa,$F_1$雄性可育幼叶黄色个体自交后代中能稳定遗传的个体(MMaa)所占比例为$\frac{1}{3}+\frac{2}{3}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$。

考点5 ▸ 两对及多对等位基因的遗传计算

11.(除标注外,每空2分,共12分)

(1)1(1分)　缺刻叶(1分)　自由组合(1分)　(2)6(1分)　$\frac{5}{6}$　(3)①红色∶黄色=1∶3　②全为黄色　③红色∶黄色=1∶1

【解析】(1)仅根据实验二,能判断出1对相对性状的显隐性关系。实验二中亲本都是缺刻叶,子代出现了马铃薯叶,说明缺刻叶是显性性状,而茎的颜色在亲代和子代中均为紫茎∶绿茎=1∶1,无法判断显隐性关系。因为实验二的子代出现了四种表型,且比例为3∶1∶3∶1,符合(3∶1)×(1∶1)的形式,说明这两对基因是独立遗传的,遵循自由组合定律。

(2)实验一:紫茎缺刻叶①×绿茎缺刻叶②→紫茎缺刻叶∶紫茎马铃薯叶=3∶1,亲代为紫茎、绿茎,而子代全为紫茎,说明紫茎为显性性状(D),绿茎为隐性性状(d),亲本①相关基因型为DD,亲本②相关基因型为dd;亲代均为缺刻叶,子代中缺刻叶∶马铃薯叶=3∶1,说明亲本相关基因型均为Hh。因此亲本①的基因型为DDHh,亲本②的基因型为ddHh。实验二:紫茎缺刻叶

③×绿茎缺刻叶②(ddHh)→紫茎缺刻叶∶紫茎马铃薯叶∶绿茎缺刻叶∶绿茎马铃薯叶=3∶1∶3∶1,推知亲本③的基因型为DdHh。①(DDHh)与③(DdHh)杂交,子代茎色基因型有DD、Dd,共2种;子代叶形基因型有HH、Hh、hh,共3种,因此后代基因型有2×3=6(种)。后代紫茎缺刻叶基因型为D_H_,能稳定遗传的基因型为DDHH,后代紫茎缺刻叶中能稳定遗传的个体所占比例为$\left(\frac{1}{2}\times\frac{1}{4}\right)\div\left(1\times\frac{3}{4}\right)=\frac{1}{6}$,则杂合子占比为$1-\frac{1}{6}=\frac{5}{6}$。

(3)据题图分析,红色基因型为A_bb,黄色基因型为A_B_、aa_ _。①若A、a和B、b基因分别在两对同源染色体上,则满足自由组合定律,基因型为AaBb的植株测交,子代红色占比为$\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{4}$,黄色占比为$1-\frac{1}{4}=\frac{3}{4}$,即红色∶黄色=1∶3。②若A、a和B、b基因在一对同源染色体上,且A和B在一条染色体上,基因型为AaBb的植株只能产生两种配子,配子类型及比例为AB∶ab=1∶1,雌雄配子随机结合后,子代基因型及比例为AaBb∶aabb=1∶1,均为黄色。③若A、a和B、b基因在一对同源染色体上,且A和b在一条染色体上,基因型为AaBb的植株只能产生两种配子,类型及比例为Ab∶aB=1∶1.雌雄配子随机结合后,子代基因型及比例为Aabb∶aaBb=1∶1,即红色∶黄色=1∶1。

12.(除标注外,每空2分,共11分)

(1)自由组合(1分)　(2)aaBBCCDD×AAbbccdd(或AAbbCCDD×aaBBccdd或AABBccDD×aabbCCdd或AABBCCdd×aabbccDD)　$\frac{37}{64}$　(3)让这两株白花纯种植株杂交,观察后代的表型　若后代均为白花,则说明两株白花纯种植株的基因型相同;若后代均为紫花,则说明两株白花纯种植株的基因型不同(4分)

【解析】(1)根据题表可知,杂交组合一F_2表型及比例为紫花∶白花=81∶175,81+175=256=$(4)^4$。故可推测控制该植物花色的4对等位基因(A/a、B/b、C/c和D/d)的遗传遵循自由组合定律。

(2)依据杂交组合一中F_2的表型及比例为紫花∶白花=81∶175可知,F_1紫花的基因型为AaBbCcDd。依据题干信息可知,丙植株为纯合紫花,基因型为AABBCCDD,结合杂交组合二F_2中的紫花∶白花=3∶1,可知F_1中只有一对基因杂合,所以甲植株中只有一对基因为隐性纯合,其他均为显性纯合(即基因型为aaBBCCDD或AAbbCCDD或AABBccDD或AABBCCdd),而杂交组合一中F_1的基因型为AaBbCcDd,故乙的基因型可能为AAbbccdd或aaBBccdd或aabbCCdd或aabbccDD,符合杂交实验结果的甲和乙的基因型组合有aaBBCCDD×AAbbccdd、AAbbCCDD×aaBBccdd、AABBccDD×aabbCCdd、AABBCCdd×aabbccDD。乙和丙(AABBCCDD)植株杂交产生F_1,F_1自交后代中紫花植株所占的比例为$1\times\frac{3}{4}\times\frac{3}{4}\times\frac{3}{4}=\frac{27}{64}$,则$F_1$自交后代中白花植株所占的比例为$1-\frac{27}{64}=\frac{37}{64}$。

(3)依据题干信息可知,这两株白花植株均为纯种,且这两株白花植株与紫花纯合品系均只有一对基因存在差异,则要确定这两株白花纯种植株的基因型是否相同,实验设计思路是让这两株白花纯种植株杂交,观察后代的表型。预期结果和结论是若后代均为白花,则说明两株白花纯种植株的基因型相同;若后代均为紫花,则说明两株白花纯种植株的基因型不同。

考点6 ▸ 双杂合子自交后代性状分离比之和为“16”的成因分析

13.(除标注外,每空2分,共14分)

(1)同种生物的同一性状的不同表现类型　(2)不正确(1分)　实验组二的F_2的性状分离比为9∶6∶1　(3)两对等位基因位于两对同源染色体上;雌雄配子间随机结合;各种基因型的后代存活率相等(答出1点得1分,共3分)　(4)AABB(1分)　圆球形(1分)　(5)$\frac{1}{3}$　扁盘形∶圆球形∶长圆形=25∶10∶1

思路分析　根据实验组二中F_2的性状分离比为9∶6∶1可以看出,南瓜果实形状的遗传至少受两对等位基因控制,且遵循基因的自由组合定律,扁盘形的基因型为A_B_,圆球形的基因型为A_bb、aaB_,长圆形的基因型为aabb,实验组二亲本的基因型为AABB、aabb,或AAbb、aaBB;根据实验组一的性状分离比,可以推断出实验组一亲本的基因型为AABB、aaBB,或AABB、AAbb;根据实验组三的性状分离比,可以推断出实验组三亲本的基因型为aaBB、aabb,或AAbb、aabb。故乙的基因型为AABB,甲的基因型为aaBB或AAbb,丙的基因型为aabb。

【解析】(1)南瓜果实长圆形、圆球形和扁盘形属于相对性状,相对性状是指同种生物的同一性状的不同表现类型。

(2)根据思路分析可知,南瓜果实形状的遗传至少受两对等位基因控制,因此不能仅根据实验组一的结果,得出南瓜果实形状的遗传只受一对等位基因控制的结论。

(3)要得到实验组二F_2中的性状分离比9∶6∶1(是9∶3∶3∶1的变式),需要满足的条件有两对等位基因位于两对同源染色体上;雌雄配子间随机结合;各种基因型的后代存活率相等。

(4)由思路分析可知,品种乙的基因型为AABB,品种甲的基因型为AAbb或aaBB,对应表型为圆球形。

(5)实验组三亲本的基因型组合为AAbb×aabb或aaBB×aabb,F_1的基因型为Aabb或aaBb,F_1自交获得F_2,则F_2中的圆球形南瓜基因型为A_bb或aaB_,当基因型为A_bb时,其基因型及概率为$\frac{1}{3}$AAbb、$\frac{2}{3}$Aabb,自交子代中杂合子概率为$\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{3}$;当

基因型为 aaB_时，同理可求得子代中杂合子概率仍为$\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{1}{3}$。实验组二的 F_2 中扁盘形南瓜的基因型及概率为$\frac{1}{9}$AABB、$\frac{2}{9}$AaBB、$\frac{2}{9}$AABb 和$\frac{4}{9}$AaBb，其中基因型为 AABB 的扁盘形南瓜植株自交，子代全表现为扁盘形；基因型为 AaBB 和 AABb 的扁盘形南瓜植株各自自交，子代表型及比例均为扁盘形∶圆球形=3∶1；基因型为 AaBb 的扁盘形南瓜自交，后代表型及比例为扁盘形∶圆球形∶长圆形=9∶6∶1，故后代表型及比例为扁盘形$\left(\frac{1}{9}+\frac{2}{9}\times2\times\frac{3}{4}+\frac{4}{9}\times\frac{9}{16}\right)$∶圆球形$\left(\frac{2}{9}\times2\times\frac{1}{4}+\frac{4}{9}\times\frac{6}{16}\right)$∶长圆形$\left(\frac{4}{9}\times\frac{1}{16}\right)$=25∶10∶1。

14.（除标注外，每空 2 分，共 12 分）

（1）常（1 分）　（2）4（1 分）　$\frac{1}{4}$（1 分）　（3）bbX^AY^A、BBX^aX^a　（4）BBX^AX^a　BbX^AX^a　3（1 分）　48∶7∶9

【解析】（1）依据题意分析，F_2 表型比例为 1∶3∶4∶8，属于 9∶3∶3∶1 的变式，可知控制眼色性状的两对基因（A/a、B/b）位于两对同源染色体上，且后代表型与性别有关，有一对基因位于 X、Y 染色体同源区段上，另一对位于常染色体上。基因 B 控制红眼，基因 b 控制紫眼，基因 A 存在时会抑制基因 B 和基因 b 表达，基因 a 无此作用。若基因 B/b 位于 X、Y 染色体同源区段上，则甲组实验亲本的基因型为 aaX^BY^B、AAX^bX^b，F_1 的基因型为 AaX^BX^b、AaX^bY^B，则 F_2 雄昆虫中不会有紫眼个体，与实验结果不符，故基因 B/b 位于常染色体上。

（2）由第（1）问解析可知，甲组亲本基因型为 BBX^aY^a、bbX^AX^A，F_1 的基因型为 BbX^AX^a、BbX^AY^a，根据自由组合定律可知，F_1 雄昆虫的精母细胞减数分裂能够产生 4 种配子，其类型分别为 BX^A、BY^a、bX^A、bY^a。F_2 中白眼雄性昆虫的基因型及比例为 BBX^AY^a∶BbX^AY^a∶bbX^AY^a=1∶2∶1，与基因型为 bbX^aX^a 的昆虫测交，子代基因型及比例为 BbX^AX^a∶bbX^AX^a∶BbX^aY^a∶bbX^aY^a=1∶1∶1∶1，其中紫眼昆虫（bbX^aY^a）所占比例为$\frac{1}{4}$。

（3）结合第（1）问解析可推知，乙组实验中，亲本的基因型是 bbX^AY^A、BBX^aX^a。

（4）白眼雌性昆虫的基因型可能为 BBX^AX^A、BBX^AX^a、BbX^AX^A、BbX^AX^a、bbX^AX^A、bbX^AX^a。将某白眼雌性昆虫与一纯合紫眼雄性昆虫（bbX^aY^a）杂交（即测交），若该白眼雌性昆虫的基因型为 BBX^AX^A，则 F_1 全为白眼（BbX^AX^a、BbX^AY^a）；若该白眼雌性昆虫的基因型为 BBX^AX^a，则 F_1 表型（基因型）及比例为白眼（BbX^AX^a、BbX^AY^a）∶红眼（BbX^aX^a、BbX^aY^a）=1∶1；若该白眼雌性昆虫的基因型为 BbX^AX^A，则 F_1 全为白眼（BbX^AX^a、BbX^AY^a、bbX^AX^a、bbX^AY^a）；若该白眼雌性昆虫的基因型为 BbX^AX^a，则 F_1 表型（基因型）及比例为白眼（BbX^AX^a、BbX^AY^a、bbX^AX^a、bbX^AY^a）∶红眼（BbX^aX^a、BbX^aY^a）∶紫眼（bbX^aX^a、bbX^aY^a）=2∶1∶1；若该白眼雌性昆虫的基因型为 bbX^AX^A，则 F_1 全为白眼（bbX^AX^a、bbX^AY^a）；若该白眼雌性昆虫的基因型为 bbX^AX^a，则 F_1 表型（基因型）及比例为白眼（bbX^AX^a、bbX^AY^a）∶紫眼（bbX^aX^a、bbX^aY^a）=1∶1。①由以上分析可知，若 F_1 表型及比例为白眼∶红眼=1∶1，则该白眼雌性昆虫的基因型为 BBX^AX^a。②由以上分析可知，若 F_1 表型及比例为白眼∶红眼∶紫眼=2∶1∶1，则该白眼雌性昆虫的基因型为 BbX^AX^a。③由以上分析可知，若 F_1 均表现为白眼，则该白眼雌性昆虫有 3 种可能的基因型。其中若要验证该白眼雌性昆虫为杂合子（BbX^AX^A），让 F_1 雌雄昆虫（BbX^AX^a、BbX^AY^a、bbX^AX^a、bbX^AY^a）相互交配，两对基因分别考虑，只考虑基因 B、b，配子种类及其占比为$\frac{1}{4}$B、$\frac{3}{4}$b，子代基因型及概率为$\frac{7}{16}$B_、$\frac{9}{16}$bb；只考虑基因 A、a，子代基因型及概率为$\frac{1}{4}X^AX^A$、$\frac{1}{4}X^AX^a$、$\frac{1}{4}X^AY^a$、$\frac{1}{4}X^aY^a$，则子代白眼个体占比为$\frac{3}{4}$，紫眼个体占比为$\frac{9}{16}\times\frac{1}{4}=\frac{9}{64}$，其余为红眼，即白眼∶红眼∶紫眼=48∶7∶9。

考点 7 ▸ 伴性遗传及其应用

15.（除标注外，每空 2 分，共 13 分）

（1）B/b、C/c　（2）F_1 雌昆虫减数分裂时，两条 X 染色体的非姐妹染色单体发生了互换　$\frac{1}{5}$　50%　（3）X　该昆虫左侧体细胞中染色体正常，表现为棕眼、长翅、灰体雌性，基因型为 $AaX^{BC}X^{bc}$，右侧因体细胞中缺失染色体而发育为棕眼、小翅、黄体雄性，说明 B、C 基因所在的 X 染色体缺失（3 分）

【解析】（1）实验所用的亲本为纯合子，从 F_1 表型及比例可知，棕眼对猩红眼为显性，若基因 A/a 位于 X 染色体上，则 F_1 雌性昆虫为棕眼，雄性昆虫为猩红眼，与实验结果不符，故基因 A/a 位于常染色体上；翅型和体色的遗传都与性别有关，且 F_1 雌性与亲本雄性的相关表型一致，F_1 雄性与亲本雌性的相关表型一致，可知基因 B/b、C/c 位于 X 染色体上，长翅、灰体为显性性状，故亲本基因型为 $aaX^{bc}X^{bc}$ 和 $AAX^{BC}Y$。

（2）关于该昆虫翅型和体色的遗传，由上述分析可推知，F_1 基因型为 $X^{BC}X^{bc}$ 和 $X^{bc}Y$。正常情况下 F_1 自由交配所得 F_2 中只有长翅灰体∶小翅黄体=1∶1。而 F_2 中长翅灰体∶长翅黄体∶小翅灰体∶小翅黄体≈9∶1∶1∶9，即出现了小部分重组表型，且相关基因不在 Y 染色体上，不考虑基因突变，说明 F_1 雌昆虫在产生配子时，两条 X 染色体的非姐妹染色单体发生了片段互

换。设 F_1 雌昆虫共有 M 个初级卵母细胞参与形成配子，其中有 N 个发生上述互换，根据减数分裂可知，F_1 雌配子总数为 M 个，则重组型配子（X^{Bc}、X^{bC}）数目为$\frac{N}{2}$个，F_2 中重组性状个体所占比例为$\frac{1}{10}$，即$\frac{\frac{N}{2}}{M}=\frac{1}{10}$，$\frac{N}{M}=\frac{1}{5}$。关于眼色性状的遗传，$F_1$ 雌雄昆虫基因型均为 Aa，其遗传与翅型和体色无关，也没有致死等情况出现，F_2 中 A 基因频率仍然为 50%。

（3）F_1 中雌雄嵌合体昆虫，左侧表现为棕眼、长翅、灰体雌性，染色体正常，即基因型为 $AaX^{BC}X^{bc}$，右侧体细胞中缺失一条染色体，表型为棕眼、小翅、黄体雄性，说明缺失的是 B、C 基因所在的 X 染色体。

16.（除标注外，每空 2 分，共 14 分）

（1）39（1 分）　常（1 分）　不论正交还是反交，子代羽毛均表现为有色（黄色或栗色），与性别无关　（2）TTZ^bW　$\frac{3}{8}$　（3）群体中白色鹌鹑的基因型不确定，若选用的白色雌鹌鹑基因型为 ttZ^BW，则能够通过羽色区分性别；若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 ttZ^bW，则后代均为黄色，无法区分　选用纯种黄色雄鹌鹑和纯种栗色雌鹌鹑杂交　子代雄性都是栗色，雌性都是黄色

【解析】（1）鹌鹑的染色体数为 $2N=78$，则鹌鹑初级精母细胞可形成 39 个四分体。由题意可知，T 基因控制羽毛有色（黄色或栗色），t 基因控制羽毛无色（白色），分析杂交实验Ⅰ和Ⅱ可知，正交和反交实验的 F_1 羽毛均为有色（黄色或栗色），与性别没有关联，因此 T/t 基因位于常染色体上；关于羽毛栗色和黄色，正交和反交结果不同，说明栗色和黄色的遗传与性别相关联，B/b 基因位于性染色体上。

（2）根据第（1）问分析可知，T/t 基因位于常染色体上，B/b 基因位于性染色体上，且亲本均为纯种，由杂交实验结果可知，B/b 基因位于 Z 染色体上，杂交实验Ⅰ中黄色亲本的基因型为 TTZ^bW。杂交实验Ⅱ中母本基因型为 ttZ^BW，父本基因型为 TTZ^bZ^b，则 F_1 基因型及比例为 TtZ^BZ^b ∶ $TtZ^bW=1$ ∶ 1，让杂交实验Ⅱ的 F_1 雌、雄鹌鹑相互交配，F_2 中栗色鹌鹑（$T_Z^B_$）所占的比例约为 $\frac{3}{4}\times\frac{1}{2}=\frac{3}{8}$。

（3）群体中白色鹌鹑的基因型不确定，若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 ttZ^BW，则杂交实验Ⅱ后代雌、雄羽色不同，能够通过羽色区分性别；若选用的白色雌鹌鹑的基因型为 ttZ^bW，则后代均为黄色，无法通过羽色区分性别。为了实现对早期的雌、雄雏鹌鹑进行区分的设想，可以选择纯种黄色雄鹌鹑（TTZ^bZ^b）和纯种栗色雌鹌鹑（TTZ^BW）进行杂交，子代雄性都是栗色，雌性都是黄色，即可通过羽色对早期的雌、雄雏鹌鹑进行区分。

考点 8 ▸ 遗传系谱图的分析与个体基因型的确定及概率计算

17.（除标注外，每空 2 分，共 14 分）

（1）遗传物质改变（1 分）　伴 X 染色体隐性遗传　X^EX^e　（2）$\frac{3}{4}$　四分体时期含有 E、e 基因的同源染色体的非姐妹染色单体发生交换　②（1 分）　不需要（1 分）　（3）不可行，RNA 干扰技术靶向作用于 *ATP7A* 突变基因的表达过程只能导致该基因沉默，但患者体内并无正常的 *ATP7A* 基因（结论 1 分，理由 2 分，共 3 分）

【解析】（1）人类遗传病通常是由遗传物质改变引起的疾病，主要可以分为单基因遗传病、多基因遗传病和染色体异常遗传病三大类。双亲（Ⅰ-1、Ⅰ-2）正常却生出患病后代，说明该病为隐性遗传病；题干明确Ⅰ-2 不携带该病致病基因，排除常染色体和 X、Y 染色体同源区段隐性遗传，系谱图中患病个体均为男性（Ⅱ-1、Ⅲ-1），但其父亲（Ⅰ-2、Ⅱ-4）均正常，符合伴 X 染色体隐性遗传病特征（患者男多于女）。Ⅱ-3 表型正常，但生育了患病儿子Ⅲ-1（X^eY），Ⅲ-1 的 X^e 来自Ⅱ-3，因此Ⅱ-3 的基因型为 X^EX^e。

（2）Ⅱ-3（X^EX^e）×Ⅱ-4（X^EY），后代基因型及概率为$\frac{1}{4}X^EX^E$（正常）、$\frac{1}{4}X^EX^e$（正常）、$\frac{1}{4}X^EY$（正常）、$\frac{1}{4}X^eY$（患病），因此再生育一个正常后代概率为$\frac{3}{4}$。不考虑突变和染色体数目变异，正常减数分裂过程中，第一极体只能携带基因 E 或 e，同时携带两种基因的原因是四分体时期含有 E、e 基因的同源染色体的非姐妹染色单体发生交换。取Ⅱ-3（X^EX^e）的 4 个初级卵母细胞进行体外培养，然后分别选取一个子细胞（编号为①~④）进行检测，其中①和②是第一极体，③和④是来自次级卵母细胞的第二极体。①同时含有 E、e 基因，染色体发生了互换，同时产生的次级卵母细胞也同时含有 E、e 基因，产生的卵细胞可能含 E 或 e 基因；②只有致病基因，染色体没有发生互换，同时产生的次级卵母细胞只含 E 基因，产生的卵细胞只含 E 基因；③只有致病基因，若考虑互换，同时产生的卵细胞可能含 E 或 e 基因；④只有正常基因，若考虑互换，同时产生的卵细胞可能含 E 或 e 基因。因此最好选择与②来自同一个初级卵母细胞的卵细胞进行受精。Ⅱ-4 是正常男性，基因型为 X^EY，其精子若含 X 染色体一定携带正常基因 E，Y 染色体无相关基因，与含基因 E 的卵细胞结合后，后代一定不携带致病基因，因此不需要测序。

（3）卷发综合征与铜转运蛋白 ATP7A 明显减少或功能丧失有关。RNA 干扰技术靶向作用于 *ATP7A* 突变基因的表达过程只能导致该基因沉默，但患者体内并无正常的 *ATP7A* 基因，不能表达出正常的 ATP7A，不能解决病理问题，因此不可行。

18.（每空 2 分，共 12 分）

（1）常染色体隐性遗传　（2）不含　0　（3）不可以，丙家系中患者患病是由 CFTR 蛋白第 508 位氨基酸缺失和其他氨基酸（非第 508 位）改变共同导致的　$\frac{1}{3}$　（4）将正常的 CFTR 蛋白基因导入某患者的体细胞，其产生的配子中仍可能含有致病基因

【解析】（1）由题图分析可知，甲家系中父母均正常，却生出了患病的女儿，且乙、丙家系中父母也均正常，生出患病孩子，所以囊性纤维化的遗传方式是常染色体隐性遗传。

（2）根据电泳结果可知，乙家系成员 CFTR 蛋白均不含 Phe^{508} 缺失。由题图及题干可知，囊性纤维化是常染色体隐性遗传病，70%的患者的病因是 CFTR 蛋白第 508 号位置上的苯丙氨酸缺失，探针 1 可检测完全正常的 *CFTR* 基因（记为 A 基因），或其他部位异常但编码蛋白第 508 位正常的 *CFTR* 基因（用 a_2 表示），探针 2 检测的是编码蛋白第 508 位苯丙氨酸缺失的 *CFTR* 基因（用 a_1 表示）。则甲家系中的Ⅰ-1 和Ⅰ-2 的基因型均为 Aa_1，甲家系中的Ⅱ-1 基因型为 a_1a_1，同理可以推测出乙家系成员的基因型，Ⅰ-1 和Ⅰ-2 的基因型均为 Aa_2，Ⅱ-1 的基因型为 a_2a_2，所以乙家系Ⅱ-1 细胞中含有 0 个正常的 *CFTR* 基因。

（3）根据上述分析可推测丙家系中Ⅰ-1 和Ⅰ-2 的基因型分别为 Aa_1 和 Aa_2，丙家系中Ⅱ-1 的基因型为 a_1a_2，所以不能用探针 1 和探针 2 对丙家系的Ⅱ-2 进行产前诊断，因为丙家系中患者患病是由 CFTR 蛋白第 508 位氨基酸缺失和其他氨基酸（非第 508 位）改变共同导致的。若丙家系中Ⅱ-2 表型正常，则可能有 AA、Aa_1 和 Aa_2 三种基因型，且概率均为$\frac{1}{3}$，只有基因型为 Aa_1 时可用探针 1 和探针 2 检测出来两条条带，故概率为$\frac{1}{3}$。

（4）通过基因治疗把正常的 CFTR 蛋白基因导入某患者的体细胞中，可以治愈该患者的囊性纤维化，但由于该患者产生的配子中仍可能含有致病基因，因而其后代仍可能患病。

考点 9 ▸ 基因频率与基因型频率计算

19. A　**【解析】**药物处理后，无抗药性个体（aa）死亡，原种群中 AA 占 20%（1-40%-40%），Aa 占 40%，即存活个体中 AA∶Aa=1∶2（AA 占比为$\frac{1}{3}$，Aa 占比为$\frac{2}{3}$），亲本 A 基因频率=$\frac{1}{3}+\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}=\frac{2}{3}$，a 基因频率=$\frac{1}{3}$。该种群自由交配，子代 AA 基因型频率=$\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{4}{9}$，Aa 基因型频率=$2\times\frac{2}{3}\times\frac{1}{3}=\frac{4}{9}$，aa 基因型频率=$\frac{1}{3}\times\frac{1}{3}=\frac{1}{9}$。又因 aa 个体不能存活，故存活个体中 AA 占比为$\frac{4}{9}\div\left(\frac{4}{9}+\frac{4}{9}\right)=\frac{1}{2}$，A 正确。抗药性变异是基因突变随机产生的，自然选择可筛选出适应环境的变异，而非害虫主动产生适应性变异，B 错误。药物处理前 AA 占 20%，Aa 占 40%，aa 占 40%。基因 A 频率=20%+40%×$\frac{1}{2}$=40%，基因 a 频率=40%+40%×$\frac{1}{2}$=60%，a 基因频率是 A 的 1.5 倍，C 错误。种群基因频率改变即发生了进化。药物处理后 A、a 基因频率发生了改变，即种群发生了进化，与是否形成新物种无关，D 错误。

20. D　**【解析】**F_1 中栗羽∶黄羽=3∶1，亲本均为栗羽，说明亲本关于羽色的基因型均为 Bb，剔除 F_1 中的黄羽（bb）个体后，剩余的 F_1（$\frac{1}{3}$BB、$\frac{2}{3}$Bb）个体随机交配得到 F_2，F_1 产生配子类型及比例为 B∶b=$\left(\frac{1}{3}+\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}\right)$∶$\left(\frac{2}{3}\times\frac{1}{2}\right)$=2∶1，$F_2$ 中黄羽个体（bb）占$\frac{1}{3}\times\frac{1}{3}=\frac{1}{9}$，栗羽个体（BB 或 Bb）占$\frac{8}{9}$，栗羽纯合子（BB）占$\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{4}{9}$，所以栗羽个体中纯合子（BB）的占比为$\frac{4}{9}\div\frac{8}{9}=\frac{1}{2}$，A 错误。$F_2$ 关于羽色的基因型中 BB 占$\frac{4}{9}$，Bb 占$\frac{4}{9}$，bb 占$\frac{1}{9}$，所以 b 的基因频率为$\frac{1}{9}+\frac{1}{2}\times\frac{4}{9}=\frac{1}{3}$；关于 Z^a，亲本褐胫公鹌鹑（Z^aZ^a）和青胫母鹌鹑（Z^AW）交配，F_1 中有青胫公鹌鹑（Z^AZ^a）和褐胫母鹌鹑（Z^aW），F_1 个体随机交配得到 F_2，F_2 有关胫色的基因型及概率为$\frac{1}{4}Z^AZ^a$、$\frac{1}{4}Z^aZ^a$、$\frac{1}{4}Z^AW$、$\frac{1}{4}Z^aW$，则 Z^a 的基因频率=$\frac{Z^a\text{ 的数量}}{Z^A\text{ 的数量}+Z^a\text{ 的数量}}=\frac{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\times2+\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}\times2\times2+\frac{1}{4}\times2}=\frac{2}{3}$，B 错误。栗羽褐胫公鹌鹑（$BbZ^aZ^a$）与栗羽青胫母鹌鹑（$BbZ^AW$）交配，$F_1$ 基因型中 B/b 相关基因型有 3 种（BB、Bb、bb），A/a 相关基因型有 2 种（Z^AZ^a、Z^aW），共 3×2=6（种），F_2 中 B/b 相关基因型有 3 种，A/a 相关基因型有 4 种（Z^AZ^a、Z^aZ^a、Z^AW、Z^aW），共 3×4=12（种），C 错误。由上述分析可推测，F_2 中栗羽褐胫母鹌鹑（B_Z^aW）所占比例为$\frac{8}{9}\times\frac{1}{4}=\frac{2}{9}$，D 正确。

21.（除标注外，每空 2 分，共 9 分）

（1）归巢、黄眼（1 分）　BbZ^DZ^d　P_2　（2）$\frac{1}{3}$　$\frac{1}{2}$

【解析】（1）仅考虑归巢能力，由题表可知，F_1 雌性均为不归巢，雄性均为归巢，F_1 性状表现与性别相关联，F_2 的不归巢表型也仅在雌性中出现，符合伴 Z 染色体遗传的特点，因此控制归巢能力的基因位于 Z 染色体上；F_2 中雄性均为归巢，雌性的表型及比例为归巢∶不归巢=1∶1，说明归巢为显性性状。仅考虑眼色类型，亲本 P_1（黄眼）、P_2（砂眼）杂交，后代 F_1 全为黄眼，说明黄

眼是显性性状，且遗传与性别无关，则控制眼色类型的基因位于常染色体上，因此亲本 P_1 有关眼色的基因型为 BB，P_2 有关眼色的基因型为 bb，F_1 有关眼色的基因型为 Bb，F_2 中黄眼：砂眼=1∶1，故 F_2 是 F_1 中有关眼色基因型为 Bb 的个体与有关眼色基因型为 bb 的个体（P_2）杂交的结果；仅考虑归巢能力，F_1 的基因型（表型）为 Z^DZ^d（归巢）、Z^dW（不归巢），可推出 P_1 和 P_2 的基因型分别为 Z^dZ^d、Z^DW；F_2 中雄性全为归巢，雌性出现归巢（Z^DW）和不归巢（Z^dW）两种表型，这表明 F_2 是 F_1 中基因型为 Z^DZ^d 的个体与基因型为 Z^DW 的个体（P_2）杂交的结果。综上所述，F_2 是 F_1 中基因型为 BbZ^DZ^d 的个体与 P_2 杂交的结果。

（2）结合（1）分析可知，控制归巢能力的基因位于 Z 染色体上，控制眼色类型的基因位于常染色体上。仅考虑眼色类型，F_1 的基因型均为 Bb，因此 F_1 雌雄个体连续自由交配 2 代，后代中基因 B 的基因频率不变，仍为 $\frac{1}{2}$；仅考虑归巢能力，F_1 中雌雄个体的基因型分别为 Z^DZ^d、Z^dW，F_1 随机交配 1 代，所得 F_2 中 Z^DZ^d∶Z^dZ^d∶Z^DW∶Z^dW=1∶1∶1∶1，因此 F_2 产生的雌配子类型及比例为 Z^D∶Z^d∶W=1∶1∶2，雄配子类型及比例为 Z^D∶Z^d=1∶3，F_2 再继续随机交配 1 代得到 F_3，F_3 中 Z^DZ^D∶Z^DZ^d∶Z^DW∶Z^dZ^d∶Z^dW=1∶4∶2∶3∶6，其中基因 Z^D 的基因频率=$\frac{2+4+2}{2+8+2+6+6}=\frac{1}{3}$。