

基于2020年度诺贝尔生理学或医学奖、 化学奖的原创试题命制*

汪兴泽¹ 殷俊才²

(1江苏省泰兴市教师发展中心 江苏泰州 225400 2江苏省泰兴中学 江苏泰州 225400)

摘要 课程标准中的命题原则,要求立意指向生物学学科核心素养的发展水平,刺激情境应贴近学生生活实际,以真实问题情境组织命题等。近些年评选出的诺贝尔生理学或医学奖、化学奖,往往涉及生命科学重大的发现或科学技术的新发明,非常适合作为原创试题的载体。以2020年度诺贝尔奖为背景,将科技文献的原始数据等与高中生物学的重点知识进行有机结合,注重设问的科学性、规范性等,立足考查高中学生的生物学学科核心素养水平。

关键词 诺贝尔奖 命题原则 问题情境 原创试题

中国图书分类号:G633.91 文献标识码:A

《普通高中生物学课程标准(2017年版)》(以下简称“课程标准”)从立意、刺激情境、设问3个层面制定了命题原则。立意要求指向生物学学科核心素养的发展水平;刺激情境应贴近学生生活实际,以真实问题情境组织命题;设问要求表述和指向明确、清晰、直接,确保题目的公平性、科学性和规范性等。命题程序第3点中再次强调:试题情境应围绕现实问题(包括热点问题)展开,尽量做到新颖、真实、科学、恰当,有一定的信息量和适当的复杂度、能成为学生运用学科知识分析和解决实际问题的载体^[1]。

《中国高考评价体系说明》指出:高考评价体系中所谓的“情境”即“问题情境”,指的是真实的问题背景,是以问题或任务为中心构成的活动场域。“情境活动”是指人们在情境中所进行的解决问题或完成任务的活动^[2]。实现高考评价体系中的“四层”考查内容和“四翼”考查要求,必须选取合适的载体,再现学科理论产生的场景或呈现现实中的问题情境,让学生运用必备知识和关键能力去实际问题,展现学科素养水平。

无论课程标准还是高考评价体系,都为试题的命制指明了方向。好的生物学学习情境具有真实、理蕴、适宜、情深、意远等特点。生物学试题的任务情境包括3类:生活、学习和实践情境,科学实验和探究情境,生命科学史情境^[3]。每年诺贝尔奖评选都是社会热点,其中生理学或医学

奖、化学奖往往涉及生命科学重大的发现或科学技术的新发明,可以中学生物学为背景解读,具备生物学学习情境的多个特点,非常适合作为原创试题的载体。遵循课程标准制定的命题原则,围绕“一核、四层、四翼”的高考评价体系,笔者分别以2020年度诺贝尔生理学或医学奖、化学奖为载体等,命制了2道原创试题。

1 基于诺贝尔生理学或医学奖的试题命制

2020年,诺贝尔生理学或医学奖授予哈维·阿尔特(Harvey Alter)、迈克尔·霍顿(Michael Houghton)和查尔斯·M·赖斯(Charles M. Rice),以表彰他们在“发现丙型肝炎病毒”方面做出的贡献。

原创试题及解析:3位科学家因发现丙肝病毒(HCV)而获得2020年诺贝尔生理学或医学奖。HCV是有包膜的单股正链RNA(+RNA)病毒,主要经血液或血制品传播。图1示意HCV生活史,请回答^[4-5]:

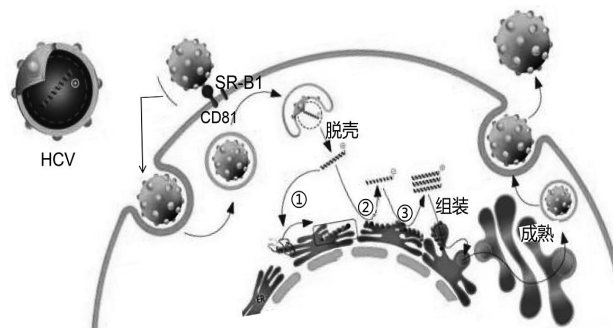


图1 HCV复制过程示意图^[5]

*基金项目:江苏省教育科学“十三五”重点资助课题“高中生物探究性学习中培养学生的关键能力研究”(B-a/2018/02/29)

1)据图可知,HCV识别肝细胞表面的受体_____,通过_____作用入侵或感染宿主细胞;推测包膜化学成分主要是_____。

2)据图分析,②、③所代表的过程是_____,所需的原料是_____。

3)+RNA(可直接指导蛋白质的合成)含有的核糖体结合位点、起始密码位于_____端,指导合成的多聚蛋白前体在_____作用下水解成多种病毒蛋白。

4)由于DNA聚合酶的校正功能,以及细胞中存在错配修复系统等,因而细胞中的DNA能精确复制。请尝试解释HCV基因组容易发生变异的主要原因_____。

5)HCV感染者难以清除体内病毒,因而预防感染成为重中之重。下列行为可能导致感染HCV的有()。

- ①与HCV感染者握手。
- ②输入未经严格检测的血液制品。
- ③与HCV感染者共用马桶。
- ④与吸毒者共用注射器注射毒品。

解析:本题侧重考查学生对示意图的观察能力、演绎与推理、批判性思维能力及健康的生活理念等。1)要求学生通过观察能发现HCV入侵靶细胞的方式是受体介导的胞吞作用,并依据子代病毒在内质网组装、在高尔基体成熟,合理推测出HCV包膜的主要成分类似于其他生物膜。2)依据题意,HCV是正链RNA病毒,+RNA可直接作为指导蛋白质合成的模板,所以,过程①代表翻译,②、③代表由(+RNA)→(-RNA)→(+RNA)的RNA复制过程。3)关注新教材内容的变化,RNA(与DNA一样)有方向性,5'端有核糖体结合位点等。多聚蛋白前体在蛋白酶作用下水解成多种病毒蛋白考查学生的逆向思维能力。4)需要学生依据试题提供的事实和证据,对“RNA单链,容易发生变异”的传统观点进行批判性思维,避免思维定势对正确答题的干扰。5)考查学生的社会责任意识。希望学生能基于生物学的认知,参与社会事务的讨论,作出理性解释和判断,崇尚健康文明的生活理念,向他人宣传关爱生命的观念和知识,成为健康中国的促进者和实践者。

参考答案:1)CD81(和SR-B1) 胞吞 磷脂和蛋白质;2)RNA复制 核糖核苷酸;3)5' 蛋白酶;4)肝细胞中缺少RNA错配修复系统,RNA聚合酶缺乏校

正功能导致RNA不能精确复制;5)②、④。

2 基于诺贝尔化学奖的试题命题

2020年,诺贝尔化学奖授予法国女科学家埃玛纽埃勒·沙尔庞捷(Emmanuelle Charpentier)和美国女科学家珍妮弗·道德纳(Jennifer Doudna),以表彰她们发明了CRISPR/Cas9介导的基因编辑技术。

原创试题及分析:2位女科学家因发明了CRISPR/Cas9技术而获得2020年诺贝尔化学奖。CRISPR/Cas9系统可对基因组进行定点编辑,其工作原理如图2所示。

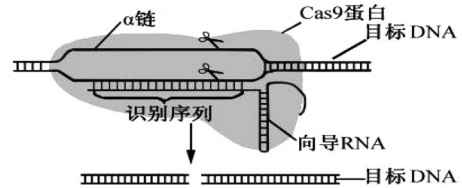


图2 CRISPR/Cas9系统的工作原理示意图^[5]

1)据图2可知,在向导RNA(sgRNA)的引导下,Cas9利用其具有的___个酶切活性位点,水解目标DNA的___。

2)科研人员通过突变得酶切活性全部消失的dCas9,构建的CRISPR/dCas9系统保留sgRNA引导进入基因组的能力。当dCas9与VP64、P65等转录激活因子融合,形成的dCas9-SAM可进行基因调控等研究^[5-7]。

①图3示意将OCT4、KLF4、MYC及SOX2 4个基因的sgRNA序列串联成的sgRNA质粒和dCas9-SAM质粒与磷脂等混合(形成包埋DNA的脂质体结构)。将脂质体加入到细胞系MCF7的细胞培养皿中,能实现基因转移的原理是___。24 h后通过添加___筛选并进行单细胞培养即可得到基因编辑后细胞。此过程须在37℃,气体环境为___的细胞培养箱中进行。

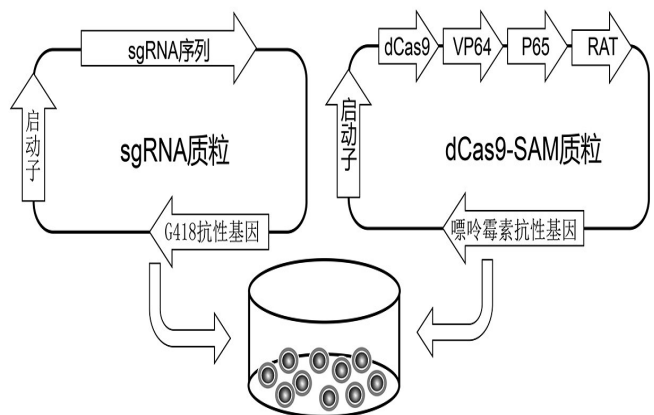


图3 串联质粒的构建与表达^[7]

②转染好的细胞用裂解液消化后,使用RNA提取试剂盒提取总RNA,取1 μg提取的RNA使用反转录试剂盒进行操作即得到____,然后将其进行实时荧光定量PCR。PCR操作时通常____5 min,变性30 s,再复性、延伸、循环等。

③该实验通过4种sgRNA对MCF7细胞进行编辑,可实现多基因____的目的。

解析:本题侧重考查学生对示意图的观察能力、演绎与推理、创造性思维能力等。(1)仔细观察图2,可见其中有2把“剪刀”,代表了Cas9核酸酶含有的2个核酸酶催化结构域。在基因水平上将其中1个催化结构域灭活,可形成使DNA单链断裂的缺口酶版本nCas9。结合(2)题“科研人员通过突变得到酶切活性全部消失的dCas9”,可判断出Cas9具有2个酶切活性位点,分别剪切双链DNA的一条单链切割磷酸二酯键,并产生平末端的DNA双链断裂。(2)中①题拓宽知识面,希望学生了解目的基因导入动物细胞的方法除了显微注射法外,脂质体介导法已日趋成熟,其原理是生物膜的流动性。只有同时导入了2种质粒并成功表达sgRNA和dCas9等的细胞才能成为基因编辑后的目标细胞,该类细胞对嘌呤霉素和抗生素G418都具有抗性,因而须加入2种抗生素。②题以RNA为模板,利用反转录试剂盒进行操作可得到cDNA。PCR操作时预变性是很关键的一步,时间相对较长的目的是促进模板充分变性,但学生容易忽略此步骤。③考查学生的创造性思维能力。题中应用的CRISPR/Cas9系统一个突出的优点是:可同时编辑同一细胞中的多个基因位点,实现多基因同时调控。

参考答案:1)2 磷酸二酯键;2)①生物膜的

流动性 抗生素G418和嘌呤霉素 95%空气加5%CO₂的混合气体;②cDNA 预变性;③在同一细胞同时调控(答案合理即给分)。

作为社会热点的诺贝尔奖,受到广泛的关注,易激发高中学生的学习兴趣和兴趣。因此,无论是平时的练习还是高考,常见以诺贝尔奖为载体的试题。笔者以2020年度诺贝尔奖为背景,以课程标准中的内容要求、学业质量标准为依据,设问力求重基础、有层次、指向明确、清晰、科学、规范,意图考查高中学生的生物学学科核心素养水平。

最后,笔者认为以最新诺贝尔奖(或科技文献)为载体进行原创试题命制,须将原始数据、观点等与高中生物学的重点知识进行有机结合,要求较高,需要命题者大量查阅资料、相互讨论、仔细打磨。但要设计出立意深远,且科学、严谨、规范、公平的试题,对广大的中学生物学教师而言,可谓是任重而道远。

主要参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中生物学课程标准(2017年版).北京:人民教育出版社,2018:5.63.
- [2] 中华人民共和国教育部.中国高考评价体系说明.北京:人民教育出版社,2019:36.
- [3] 杨帆,郭学恒.基于高考评价体系的生物科考试内容改革实施路径.中国考试,2019(12):56.
- [4] 贾文祥.医学微生物.2版.北京:人民卫生出版社,2010:342.
- [5] 诺贝尔生理学或医学奖和化学奖中的高考考点整理.[2020-10-08].
<https://mp.weixin.qq.com/s/1T3E0ot4PwqNfrudJpSrTw>.
- [6] 张惠展.基因工程.4版.上海:华东理工大学出版社,2017:386.
- [7] 梅义,王真,戴晓峰.在乳腺癌细胞中构建CRISPR多基因编辑系统.生物学杂志,2020,37(2):1.
(E-mail:wangxingze269@sina.com)

●封面说明●

喜山长尾叶猴

喜山长尾叶猴(*Semnopithecus schistaceus*)属于哺乳纲(Mammalia)灵长目(Primates)猴科(Cercopithecidae)。体长60~80 cm,尾长80~100 cm,尾长超过体长。身体背部、四肢外侧及尾毛呈浅灰褐色,胸、腹部及四肢内侧毛呈灰白色。头部毛呈乳白色,长而蓬松。面部、耳、手掌、脚掌乌黑。分布

于喜马拉雅山脉南坡森林地带,集群活动。在我国分布于西藏南部,是国家一级重点保护野生动物。照片拍摄于西藏自治区吉隆县。

摄影:赵凯

(北京师范大学生命科学院 北京 100875)

(E-mail:202131200033@mail.bnu.edu.cn)

撰文:王宁

(北京师范大学生命科学院 北京 100875)

(E-mail:wangning@bnu.edu.cn)