

基于素养导向的学科命题实践

江苏·江阴市教师发展中心 胡生青

2024.9

2014年12月8日，普通高中课程标准修订工作启动会在北京召开，标志着我国基础教育课程改革开启了一个新阶段。



2017版课程标准修订重点之一

凝练各学科核心素养

什么是“核心素养 (key competence)”

**素养不只是知识与技能。它是在特定情境中，
通过利用和调动心理社会资源（包括技能和态度）
、以满足复杂需要的能力。**

——OECD (2005) The definition and selection of
key competencies

什么是核心素养

是个体在**解决复杂现实问题**过程中表现出来的
综合性品质。

2017版课程标准修订重点之二

将基于核心素养的**学业质量标准**融入 课程标准

▶ 是指基础教育阶段的学生在完成各学段教育、或者结束基础教育阶段教育时，应该具备的各种**核心素养**以及在这些素养上**应该达到的具体水平**的明确界定和描述。

学业质量水平与考试评价的关系

学业质量分五级水平，既是指导学生自主学习和评价、教师开展日常教学设计、命题和评价的重要依据，也是高中学业水平考试命题的重要依据。其中，学业质量水平2是高中毕业生应达到的合格要求，是学业水平合格性考试的命题依据，学业质量水平4是用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的命题依据。

物理观念素养五级水平

水平	质量描述
1	初步了解 所学的物理概念和规律，能将其与相关的自然现象和问题解决联系起来。
2	了解 所学的物理概念和规律， 能解释 简单的自然
3	了解所学的物理概念和规律及其相互关系，能解释自然现象， 解决实际问题 。
4	理解 所学的物理概念和规律及其相互关系，能 正确解释 自然现象， 综合应用 所学的物理知识解决实际问题。
5	能清晰、系统地理解物理概念和规律，能正确解释自然现象。综合应用所学的物理知识灵活解决实际问题。

教材习题诠释课标要求

（高中物理必修一第四章复习题B组题5）某人想测量地铁启动过程中的加速度，他把一根细绳的下端绑着一支圆珠笔，细绳的上端用电工胶布临时固定在地铁的竖直扶手上。在地铁起动后的某段加速过程中，细绳偏离了竖直方向，他用手机拍摄了当时情景的照片，拍摄方向跟地铁前进方向垂直。根据这张照片估算此时地铁的加速度是多少？加速度方向指向照片的哪个方向？请写明测量步骤、数据、计算过程和结果。

解题者



解决问题者



教材习题诠释课标要求

（高中物理教材必修1第四章“复习与提高B组”）为了安全，在公路上行驶的汽车之间应保持必要的距离。我国交通管理部门规定：高速公路上行驶的汽车安全距离为200 m，已知汽车在高速公路上行驶的最高速度为 120 km/h，通常驾驶员的反应时间为0.3 ~ 0.6 s，结合下表提供的资料，通过计算来说明安全距离为200 m 的理论依据， g 取 10 m/s^2

信息的筛选、提取

各种路面与轮胎之间的动摩擦因数	
路面	动摩擦因数
干沥青与混凝土路面	0.7 ~ 0.8
干碎石路面	0.6 ~ 0.7
湿沥青与混凝土路面	0.32 ~ 0.4

从教材习题说起

有关,与哪些量无关?说明理由。

- A. 石块的质量
- B. 石块的初速度
- C. 石块初速度的仰角
- D. 石块抛出时的高度

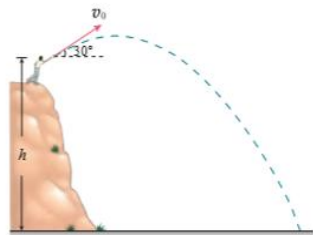


图 8.4-7

4. 一条轻绳跨过定滑轮,绳的两端各系一个小球A和B,B球的质量是A球的3倍。用手托住B球,当轻绳刚好被拉紧时,B球离地面的高度是 h ,A球静止于地面,如图8.4-8所示。释放B球,当B球刚落地时,求A球的速度大小。定滑轮的质量及轮与轴间的摩擦均不计,重力加速度为 g 。

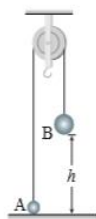


图 8.4-8

5. 把质量是 0.2 kg 的小球放在竖立的弹簧上,并把小球往下按至A的位置,如图8.4-9甲所示。迅速松手后,弹簧把小球弹起,小球

升至最高位置C(图乙),途中经过位置B时弹簧正好处于自由状态。已知B、A的高度差为 0.1 m ,C、B的高度差为 0.2 m ,弹簧的质量和空气的阻力均可忽略, g 取 10 m/s^2 。

(1) 分别说出小球由位置A至位置B、由位置B至位置C时,小球和弹簧的能量转化情况。

(2) 小球处于位置A时,弹簧的弹性势能是多少?在位置C时,小球的动能是多少?

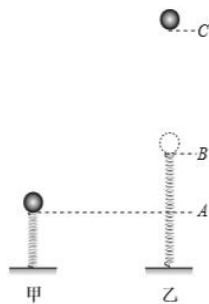


图 8.4-9

6. 图8.4-10是某城市广场喷泉喷出水柱的场景。从远处看,喷泉喷出的水柱超过了40层楼的高度;靠近看,喷管的直径约为 10 cm 。请你据此估计用于给喷管喷水的电动机输出功率至少有多大?



图 8.4-10

(必修二第八章机械能守恒定律第4节课后练习题6) 如图是某城市广场喷泉喷出水柱的场景。从远处看，喷泉喷出的水柱超过了40层楼的高度；靠近看，喷管的直径约为10cm。请你据此估计用于给喷管喷水的电动机输出功率至少有多大？



解：设40层楼高为 h ，重力加速度为 g ，喷泉喷出管口的速度大小为 v ，给喷管喷水的电动机输出功率为 P ，

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$P \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \rho S v \Delta t \cdot v^2$$

$$\text{所以 } P = \frac{1}{2} \rho S v^3 = \frac{1}{8} \pi \rho d^2 v^3 = \frac{1}{4} \pi \rho d^2 g h \sqrt{2gh}$$

将 $h=120\text{m}$ 、 $g=10\text{m/s}^2$ 和其他常数代入得： $P \approx 5 \times 10^5 \text{W}$

难度系数0.18

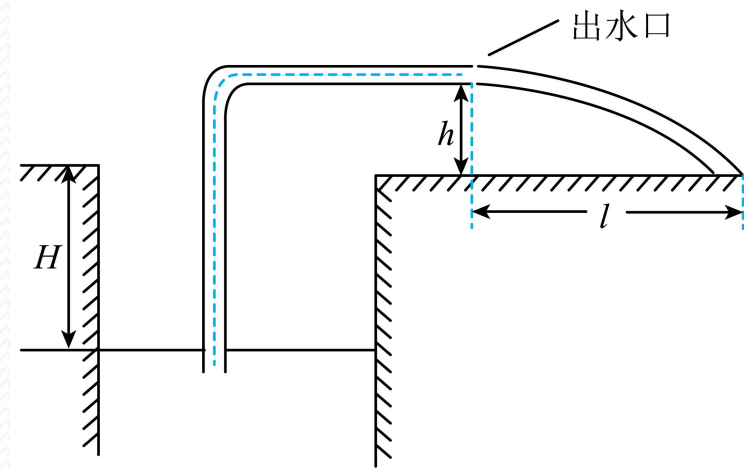
（2024•安徽卷T7）在某地区的干旱季节，人们常用水泵从深水井中抽水灌溉农田，简化模型如图所示。水井中的水面距离水平地面的高度为 H 。出水口距水平地面的高度为 h ，与落地点的水平距离约为 l 。假设抽水过程中 H 保持不变，水泵输出能量的 η 倍转化为水被抽到出水口处增加的机械能。已知水的密度为 ρ ，水管内径的横截面积为 S ，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。则水泵的输出功率约为（ ）

A. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + h + \frac{l^2}{2h} \right)$

B. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + h + \frac{l^2}{4h} \right)$

C. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + \frac{l^2}{2h} \right)$

D. $\frac{\rho g S l \sqrt{2gh}}{2\eta h} \left(H + \frac{l^2}{4h} \right)$





表现特征：情境化、真实性

考查学生运用知识、能力和素养解决
实际问题的能力。

教育部考试中心发布的《中国高考评价体系》规定了高考的考查载体——情境，以此承载“四层”考查内容，实现“四翼”考查要求.命制试题时要根据学科的特点，选择不同的情境，发挥不同水平必备知识、关键能力和学科素养的功能，共同实现核心价值的引领作用.命题应坚持理论联系实际的原则，使用贴近时代、社会、生活的素材，选取日常生活、工业生产等实际问题，考查学生运用知识、能力和素养解决实际问题的能力，让学生体验物理知识蕴含的应用价值，评价学生学业质量水平的差异主要表现在不同复杂程度的情境中运用重要概念和方法解决问题的程度.以上说明，围绕核心素养考查的高考命题突出特点体现在试题的情境化设计.

——“基于高考评价体系的高中物理试题情境化策略”发表于《物理教师》2021年第5期



无价值，不入题
无思维，不命题
无情境，不成题

目录

CONTENTS

1

新高考试题情境化

2

情境化命题实践



01

新高考试题情境化

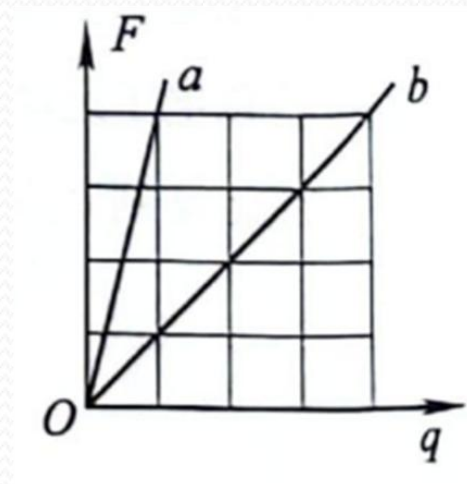
新高考试题的考查载体——情境

- **情境**是运用文字、数据、图表等形式，围绕一定主题加以设置的，为呈现解题信息、设计问题任务、**达成测评目标**而提供的载体。
- **测评目标的实现**——情境为平台（提供相关文字、图表等信息），围绕知识、能力、素养的考查要求确定试题考查立意，设计问题，规定答题要求，渗透立德树人的要求。

新高考试题的考查载体——情境

(2024 江苏 T1) 在静电场中的 A、B 两点放置试探电荷,其受到的静电力 F 与试探电荷的电荷量 q 的关系,分别如图中直线 a 、 b 所示。A、B 两点的电场强度之比为

- A. 1:1
- B. 2:1
- C. 3:1
- D. 4:1



新高考试题的考查载体——情境

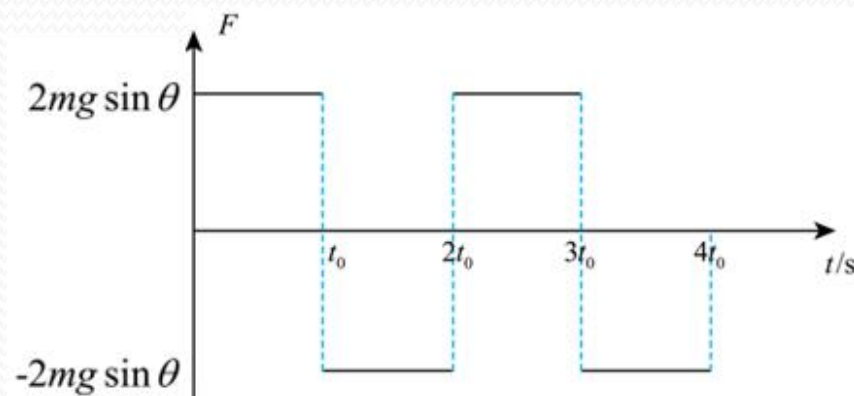
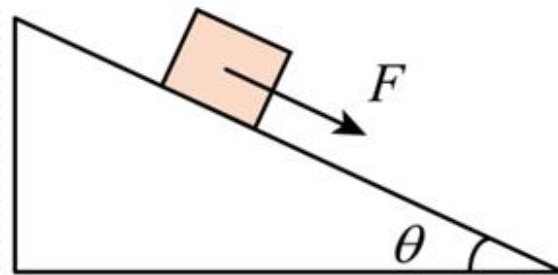
(2024 福建 T6)物块置于足够长光滑斜面上并锁定， $t = 0$ 时刻解除锁定，并对物体沿斜面施加如图所示变化的力 F ，以沿斜面向下为正方向，下列说法正确的是（ ）

A. $0 \sim 4t_0$ ，物体一直沿斜面向下运动

B. $0 \sim 4t_0$ ，合外力的总冲量为 0

C. t_0 时动量是 $2t_0$ 时的一半

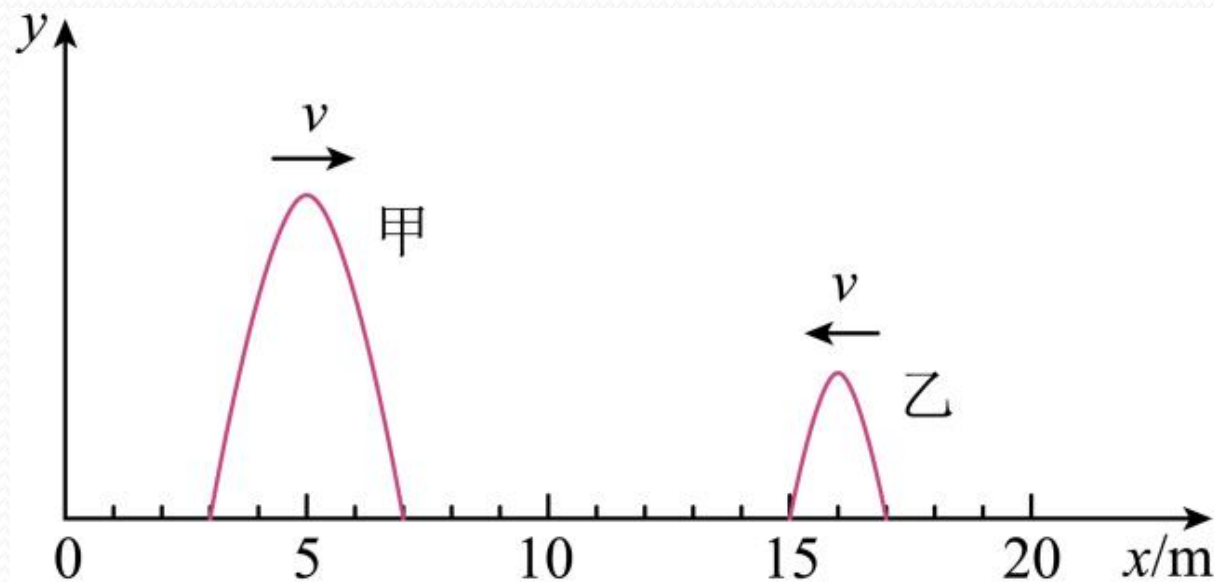
D. $2t_0 \sim 3t_0$ 过程物体的位移小于 $3t_0 \sim 4t_0$ 的位移



新高考试题的考查载体——情境

(2024 安徽 T3) 某仪器发射甲、乙两列横波，在同一均匀介质中相向传播，波速 v 大小相等。某时刻的波形图如图所示，则这两列横波 ()

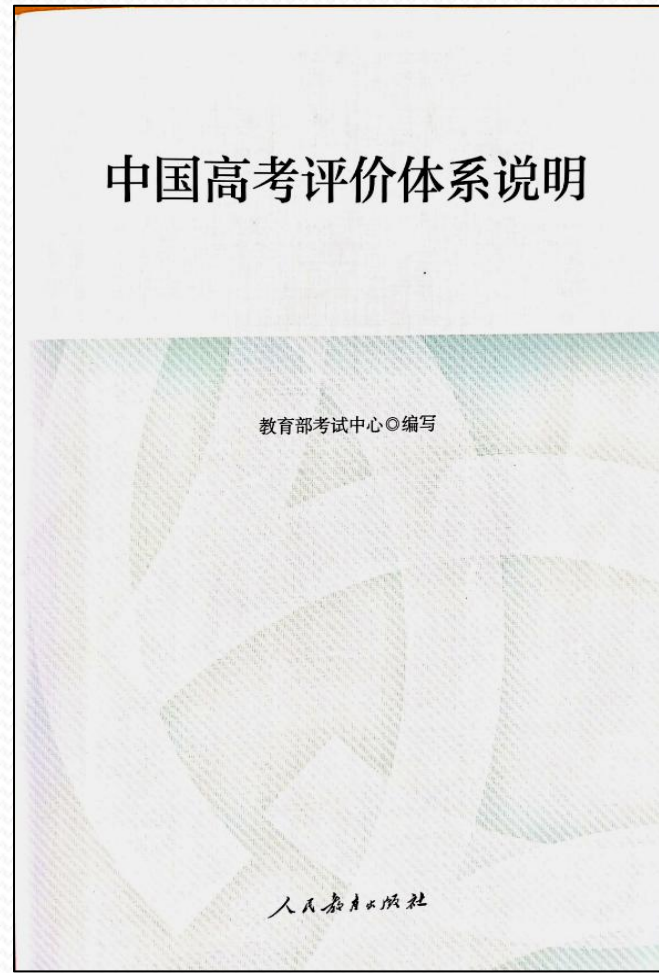
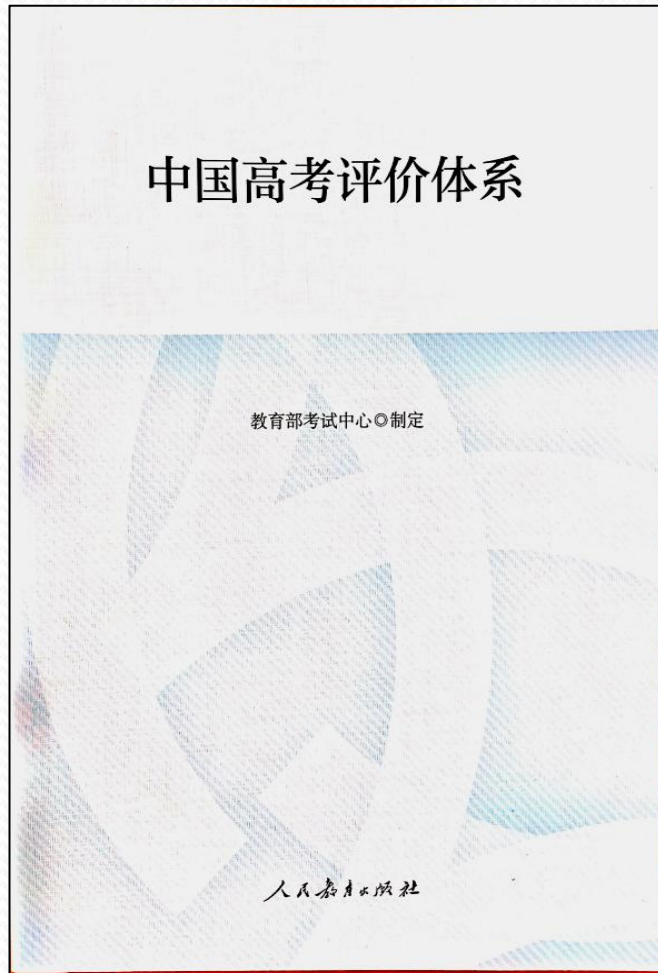
- A. 在 $x = 9.0\text{m}$ 处开始相遇
- B. 在 $x = 10.0\text{m}$ 处开始相遇
- C. 波峰在 $x = 10.5\text{m}$ 处相遇
- D. 波峰在 $x = 11.5\text{m}$ 处相遇



为什么情境如此重要？

- 立德树人的需要——承载核心价值的教育与宣传
- 考试公平的需要——新的问题情境，陌生的问题
- 知能考查的需要——需要经历问题解决的全过程
- 学以致用需要——联系实际进行分析，体现学科价值
- 导向教学的需要——由“解题”向“解决问题”的转变

高考物理情境有哪些类型？



基于知识应用和产生方式的不同

物理两类情境

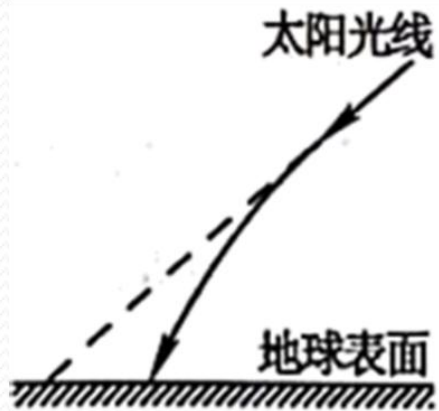
- **生活实践问题情境**——选取贴近学生、贴近生活、贴近时代的真实问题情境进行考查，既能够激发学生学习的兴趣，又能够较好地考查学生从复杂的情境中抓住主要因素，抽象出物理模型并解决问题的能力 and 素养，是落实物理学科素养考查的重要途径。
- 一是与**大自然**中物理相关的现象，如彩虹、日食等；
- 二是与**生产生活**紧密联系的物理问题，如与体育运动相关的情境（乒乓球、篮球、滑雪）等；
- 三是**科技前沿**，如国家重大科技工程（载人航天与探月工程、大飞机、北斗导航系统）等。

物理两类情境

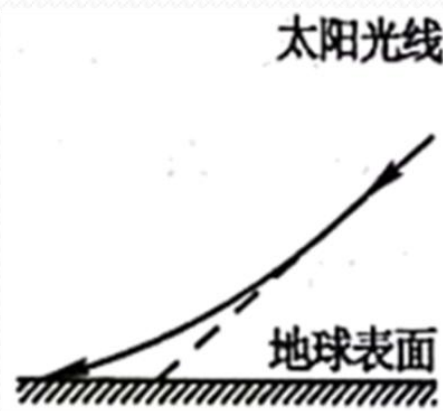
- **学习探索问题情境**——学习探索问题情境取自于真实的物理科学研究过程或实际的探索过程，涵盖学习探索与科学探究过程中所涉及的问题，是发展学生学科素养的重要途径。
- 一是**物理学史**问题情境。物理学史具有沟通科学与人文的桥梁作用，是培养和提高学生科学素养的重要途径。
- 二是**课程标准和教材**中的**典型问题**情境，引导教学遵循课程标准，回归课堂教材。
- 三是**科学探究**的问题情境，培养学生的科学探究能力。

情境——科学技术与社会生活

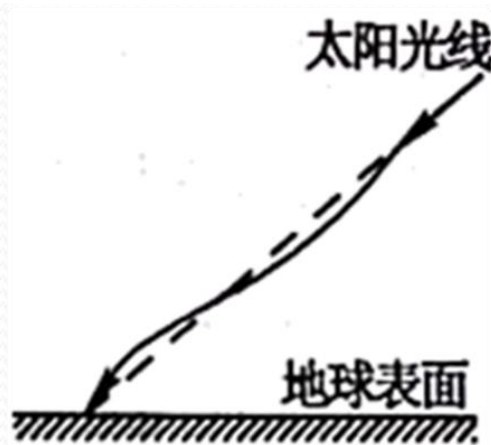
(2023 江苏 T5) 地球表面附近空气的折射率随高度降低而增大, 太阳光斜射向地面的过程中会发生弯曲。下列光路图中能描述该现象的是 ()



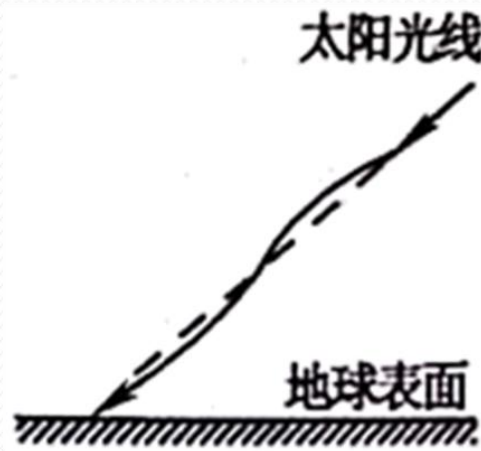
A.



B.



C.



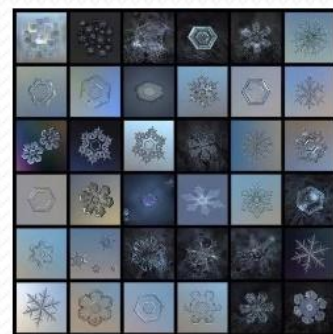
D.

空气折射——与大自然中物理有关的现象

情境——科学技术与社会生活

1.利用微距相机可以拍摄到形状各异的雪花图像（图甲），其中有一种“彩虹”雪花，中间部分有一个夹有空气的薄冰层，呈彩色花纹（图乙），这是由于

- A. 光的干涉
- B. 光的衍射
- C. 光的偏振
- D. 小孔成像



（甲）



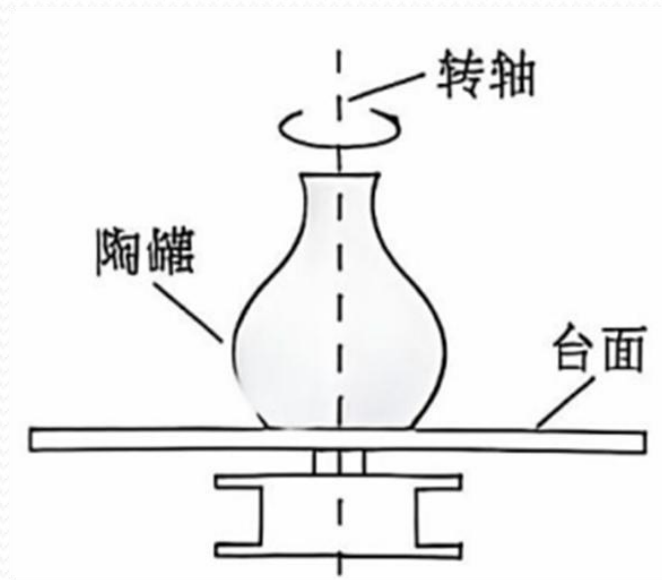
（乙）

以自然现象为情境

情境——科学技术与社会生活

(2024 江苏 T8) 制作陶器时，在水平面内匀速转动的台面上有一些陶屑。假设陶屑与台面间的动摩擦因数均相同，最大静摩擦力等于滑动摩擦力。将陶屑视为质点，则

- A. 离转轴越近的陶屑质量越大
- B. 离转轴越近的陶屑质量越小
- C. 陶屑只能分布在台面的边缘处
- D. 陶屑只能分布在一定半径的圆内



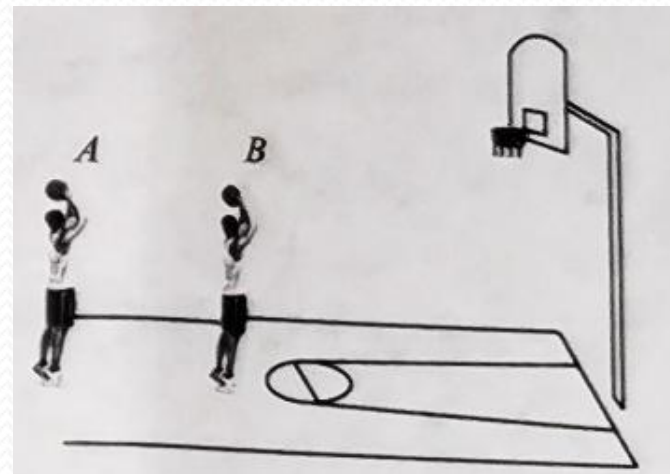
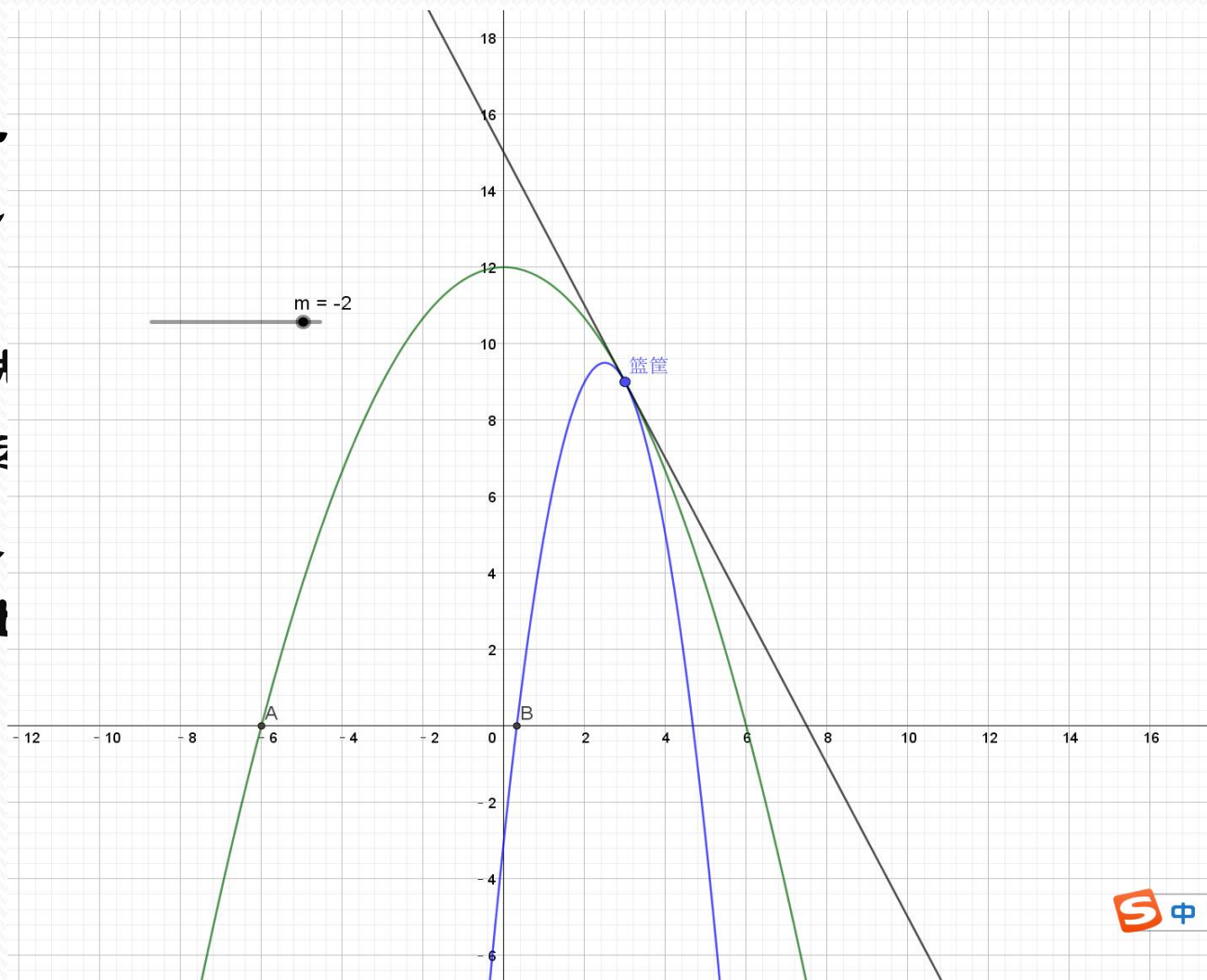
陶器制作——与生产生活紧密联系的物理问题

情境——科学技术与社会生活

(2021江
度同时抛
方向相同

- A. A比B先
- B. A、B运
- C. A在最
- D. A、B

以学生



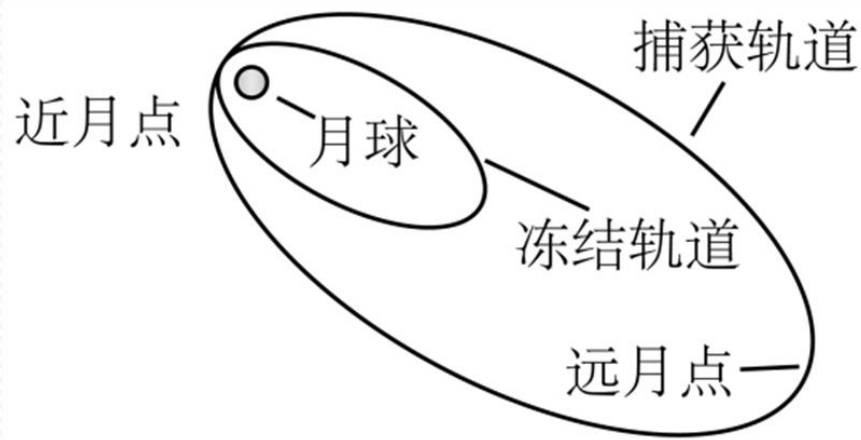
情境——科学技术与社会生活

（2024 安徽 T5）2024 年 3 月 20 日，我国探月工程四期鹊桥二号中继星成功发射升空。当抵达距离月球表面某高度时，鹊桥二号开始进行近月制动，并顺利进入捕获轨道运行，如图所示，轨道的半长轴约为 51900km。

后经多次轨道调整，进入冻结轨道运行，轨道的半长轴约为

9900km，周期约为 24h。则鹊桥二号在捕获轨道运行时（ ）

- A. 周期约为 144h
- B. 近月点的速度大于远月点的速度
- C. 近月点的速度小于在冻结轨道运行时近月点的速度
- D. 近月点的加速度大于在冻结轨道运行时近月点的加速度



以我国科技发展为背景

情境——科学技术与社会生活

(2023全国乙卷)

3. 2022 年 10 月，全球众多天文设施观测到迄今最亮伽马射线暴，其中我国的“慧眼”卫星、“极目”空间望远镜等装置在该事件观测中作出重要贡献。由观测结果推断，该伽马射线暴在 1 分钟内释放的能量量级为 10^{48} J 。假设释放的能量来自于物质质量的减少，则每秒钟平均减少的质量量级为（光速为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ）

A. 10^{19} kg

B. 10^{24} kg

C. 10^{29} kg

D. 10^{34} kg

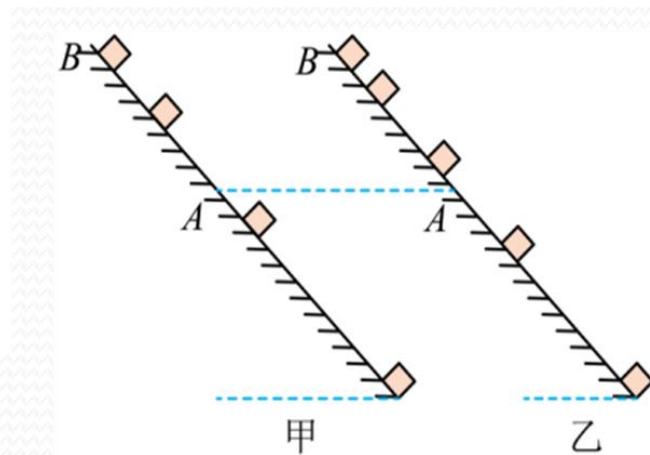
以我国科技发展为背景

情境——学科经典情境，真实背景

(2023年江苏高考)

11. 滑块以一定的初速度沿粗糙斜面从底端上滑，到达最高点 B 后返回到底端。利用频闪仪分别对上滑和下滑过程进行拍摄，频闪照片示意图如图所示。与图乙中相比，图甲中滑块（ ）

- A. 受到的合力较小
- B. 经过 A 点的动能较小
- C. 在 A 、 B 之间的运动时间较短
- D. 在 A 、 B 之间克服摩擦力做的功较小

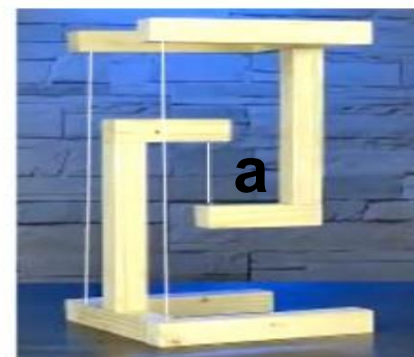


学科体系内经典情境

情境——模型及数据图表

如图所示，两个相同的木模质量均为 m ，靠三根竖直细线连接，在水平面上按一个“互”字型静置，上方木模呈现悬浮效果，这是利用了建筑学中的“张拉整体” (Tensegrity) 结构原理。图中短线a上的张力 F_1 和水平面所受压力 F_2 满足

- A. $F_1 > mg$, $F_2 < 2mg$ B. $F_1 > mg$, $F_2 = 2mg$
C. $F_1 < mg$, $F_2 < 2mg$ D. $F_1 < mg$, $F_2 = 2mg$



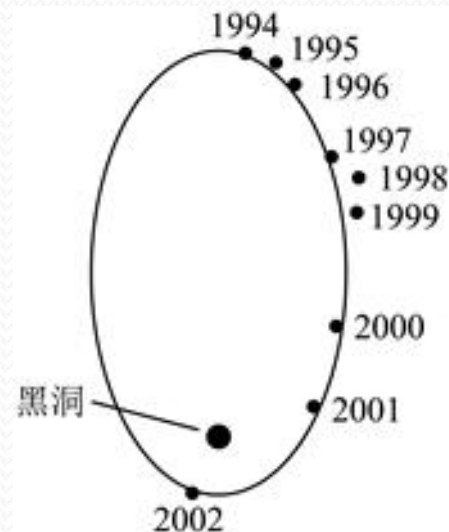
本题将网络上受到关注的“拉张整体”结构改编成新颖的静力学模型，让学生在思考解题的同时感受物理学在工程科学中起到的基础性作用。

情境——模型及数据图表

(2021全国乙卷T18) 科学家对银河系中心附近的恒星S2进行了多年的持续观测，给出1994年到2002年间S2的位置如图所示。科学家认为S2的运动轨迹是半长轴约1000AU(太阳到地球的距离为1AU)的椭圆，银河系中心可能存在超大质量黑洞。这项研究工作获得了2020年诺贝尔物理学奖。若认为S2所受的作用力主要为该大质量黑洞的引力，设太阳的质量为 M ，可以推测出该黑洞质量约为

- A. $4 \times 10^4 M$ B. $4 \times 10^6 M$ C. $4 \times 10^8 M$ D. $4 \times 10^{10} M$

以数据图表作为情境



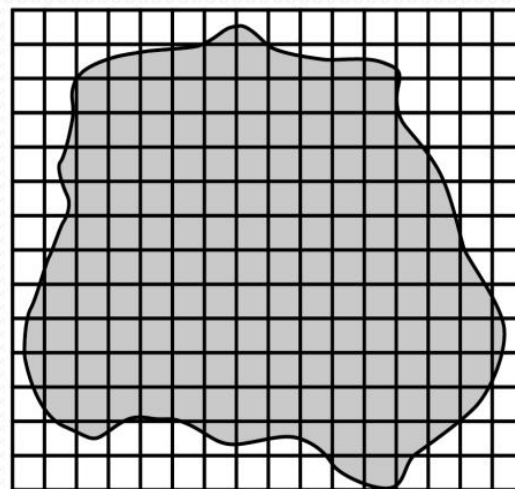
情境——物理实验

(江苏省2021年新高考适应性考试)

6. 在“油膜法估测分子大小”的实验中，将2mL的纯油酸配制成5000mL的油酸酒精溶液，用注射器测得1mL溶液为80滴，再滴入1滴这样的溶液到准备好的浅盘中，描出的油膜轮廓如图所示，数出油膜共占140个小方格，每格边长是0.5cm，由此估算出油酸分子直径为 ()

- A. $7 \times 10^{-8} \text{m}$ B. $1 \times 10^{-8} \text{m}$ C. $7 \times 10^{-10} \text{m}$ D. $1 \times 10^{-10} \text{m}$

选择题考实验，新高考实际上对学生实验方面的考查较以往更加重视

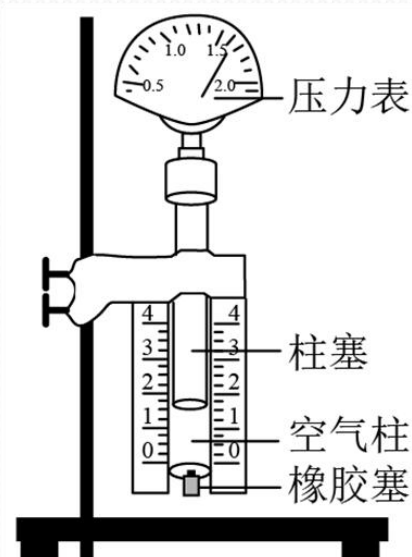


情境——物理实验

(2023年江苏高考)

9. 在“探究气体等温变化的规律”的实验中，实验装置如图所示。利用注射器选取一段空气柱为研究对象。下列改变空气柱体积的操作正确的是（ ）

- A. 把柱塞快速地向下压
- B. 把柱塞缓慢地向上拉
- C. 在橡胶套处接另一注射器，快速推动该注射器柱塞
- D. 在橡胶套处接另一注射器，缓慢推动该注射器柱塞



以学生必做实验作为情境，考查实际操作

情境——物理实验

某同学用可拆变压器探究变压器原、副线圈两端的电压与匝数关系，该实验中下列说法正确的是

- A. 原线圈可直接接入220V交流电路
- B. 为确保安全，原线圈匝数应多于副线圈匝数
- C. 用交流电压表测副线圈两端电压时，副线圈应空载
- D. 用交流电压表测副线圈两端电压时，副线圈接小灯泡

以学生必做实验作为情境，考查实际操作情况


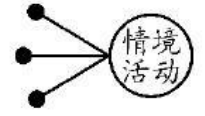

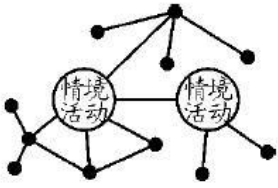
高考物理情境活动有哪些类型？

在试题的设计中，可以将物理学科考查情境活动分为：

- **第一层是简单的情境活动。** 学生只需要启动单一的认知活动即可解决问题，这类试题主要测量学生的基础知识和基本能力水平。
- **第二层是复杂的情境活动。** 学生需要启动复杂的认知活动，综合运用多个物理知识或技能才能解决问题。基于情境对试题难度的影响，物理试题应从学生认知实际和整体难度出发，统筹考虑情境的分类和分层。

情境活动与“四层”“四翼”关系

表1 “四层”“四翼”与试题情境的关系^[5]

考查要求	考查内容	考查载体	基于情境活动的命题要求
基础性	构成学科素养基础的必备知识和关键能力	基本层面的问题情境	 要求学生调动单一的知识或技能解决问题
综合性	必备知识、关键能力、学科素养、核心价值	综合层面的问题情境	 要求学生在正确思想观念引导下,综合运用多种知识或技能解决问题
应用性	必备知识、关键能力、学科素养、核心价值	生活实践问题情境或学习探索问题情境	 要求学生在正确思想观念引领下,综合运用多种知识或技能来解决生活实践中的应用性问题
创新性	必备知识、关键能力、学科素养、核心价值	开放性的生活实践问题情境或学习探索问题情境	 要求学生在正确思想观念引领下,在开放性的综合情境中创造性地解决问题,形成创造性的结果或结论

基于情境对试题难度的影响，物理试题应从学生认知实际和整体难度出发，统筹考虑情境的分类和分层。

02 情境化命题实践



当前位置: 首页 > 公开

信息名称: 教育部关于加强初中学业水平考试命题工作的意见

信息索引: 360A06-05-2019-0030- **生成日期:** 2019-11-22

发文机构: 中华人民共和国教育部

1

发文字号: 教基〔2019〕15号

信息类别: 基础教育

内容概述: 教育部发布《关于加强初中学业水平考试命题工作的意见》

教育部关于加强初中学业水平考试 命题工作的意见

教基〔2019〕15号

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局：

考试命题对学校教育教学具有重要引导作用，是健全立德树人落实机制、扭转不科学教育评价导向的关键环节，对于全面贯彻党的教育方针和发展素质教育具有重要意义。当前，初中学业水平考试命题工作还存在试题质量不够高、管理不完善、保障机制不健全等问题，亟待加以解决。为深入贯彻全国教育大会精神，落实《中共中央 国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》有关要求，深化基础教育评价改革，促进提高育人水平，现就加强初中学业水平考试命题工作提出如下意见。

中共中央 国务院印发：

《深化新时代教育评价改革总体方案》 2020.10.13

- 20. 深化考试招生制度改革。稳步推进中高考改革，构建引导学生德智体美劳全面发展的**考试内容体系**，改变相对固化的试题形式，增强试题开放性，减少死记硬背和“机械刷题”现象。加快完善初、高中学生综合素质档案建设和使用办法，逐步转变简单以考试成绩为唯一标准的招生模式。



命题的意义

命题的意义

命题是有效测量的重要保证，是决定测验成败的关键

试题是从事教育测量的量尺，编制试题则是对量尺的制作和设计。进行一种测验，能否真正达到预期目的，测到所要测量的**特质**，主要取决于量尺是否准确，取决于试题是否具有代表性、能否通过试题有效地充分地诱发出我们欲测的行为表现。

一份好的试题应该依据课程标准，突出对主干知识和核心内容的考查，有合理的试卷结构、区分度和难度系数。

命题的意义

命题能力是教师专业素养的重要体现

命制试题是一项专业性、技术性、综合性较强的工作，需要命题者有着较强的学科专业背景和命题基本技术，能够命制科学、合理，效度高的试卷，需要教师对学科课程标准的准确把握、对教材知识脉络的系统梳理、对学生认知水平的切实了解。

一份试题质量的高低，能够直接反映出一个教师的
知识储备和专业素养

命题的意义

命题是教师专业成长的重要引擎

命题的过程是教师进一步分析、研究和深层次把握课程与教材的过程；是排忧解难、拓宽知识面的过程；是深入了解教学实际，进行有效教学的过程；是学习和运用各种教育科研方法的过程。命题的过程会促进教师提升思考的深度和创新能力、促进教学反思、改善教学方法等。

命制原创性、高质量的试题，需不断提高专业素养，是教师专业发展的必然要求。



命题的基本原则

命题的基本原则

01

导向性

02

科学性

03

层次性

04

精炼性

05

创新性



命题的基本原则—导向性

对教学管理：

引导教学方向；

促进学生发展

命题的基本原则—导向性



案例分析

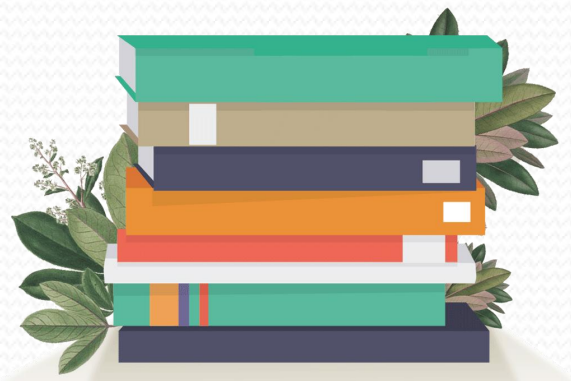
如图所示，水黾静止在水面上．除重力外，水黾还受到的力有

- A．水面的支持力
- B．水的浮力
- C．水的表面张力
- D．以上三个都有



考查对液体表面张力的理解

命题的基本原则—导向性



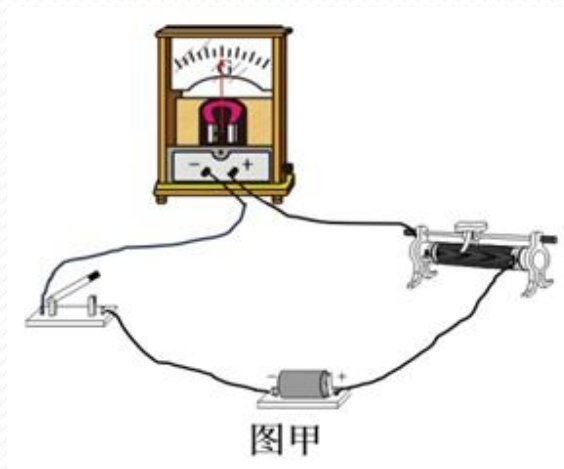
案例分析

在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，

(1) 如图甲所示的电路，闭合开关后，观察电流计指针向右偏转，**该操作的目的是** ▲。

(2) 关于该实验，下列说法错误的是 ▲。

- A. 判断线圈中感应电流的方向，需要先确定线圈的绕法
- B. 实验中将条形磁体的磁极插入或拔出时，速度大小不影响感应电流方向的判断
- C. 实验中若条形磁体的磁极未知，则无法判断感应电流方向

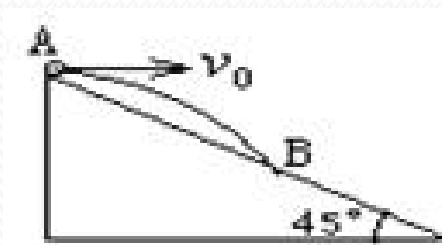


考查实验的操作和原理的理解

命题的基本原则——科学性



如图所示，小球从斜坡顶端 A 被水平抛出，抛出时速度为 v_0 ，小球落到斜坡上 B 点时速度为 $2v_0$ ，则 AB 之间的距离为多大？



案例分析

对于物体平抛到斜面上，平抛时间是由初速度和斜面的倾斜角共同决定的，由平抛的水平位移与竖直位移的关系得： $\frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t} = \tan \theta$ ，又 $v_y = gt$ 、 $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$ ，所以 $v = \frac{\sqrt{21}}{3}v_0$

也即物体落到斜面上时速度是确定的值 $\frac{\sqrt{21}}{3}v_0$ ，而不是人为规定的 $2v_0$ 。物体落到斜面上的

速度是根据它的运动规律而确定的，即遵循物理的内在规定性，不是人为任意规定的。

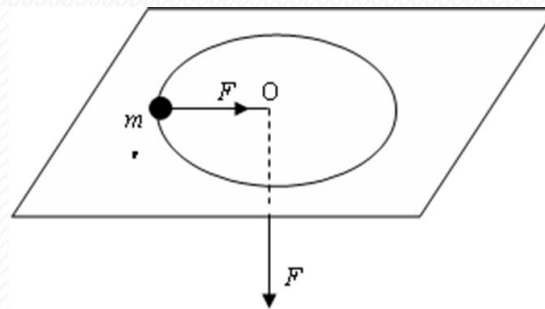
要符合物理的内在规定性

命题的基本原则——科学性



案例分析

如图所示，质量为 m 的小球用细绳经光滑小孔牵引，在光滑水平面上做圆周运动，当拉力为 F 时，小球的转动半径是 R ，当拉力增大到 $6F$ 时，小球以转动半径 $R/2$ 做圆周运动。则小球的转动半径从 R 到 $R/2$ 的过程中，拉力对小球做了多少功？



这是一道典型的关于变力做功的问题，很多学习资料上都有。上述对问题的分析思路合理、方法正确，好像天衣无缝。然而题目的本身存在着科学性的错误：当转动半径是 $R/2$ 时，所需拉力不是 $6F$ ，而应该是 $8F$ ，论述如下：

小球做圆周运动，以圆心 O 为轴，外力的力矩 $M=0$ ，因此小球的角动量守恒，即 L 是常量。选取小球的运动半径为 R 和 $R/2$ 作为两个状态，利用 $\vec{L}_1 = \vec{L}_2$ 得： $\vec{R} \times m\vec{v}_1 = \frac{1}{2}\vec{R} \times m\vec{v}_2$

由于 $\vec{R} \perp \vec{v}_1$ 和 $\frac{1}{2}\vec{R} \perp \vec{v}_2$ ，取角动量的大小并约去 m ，则有 $Rv_1 = \frac{1}{2}Rv_2$ ，即 $v_2=2v_1$ ，根据

圆周运动向心力公式得 $F = m \frac{v_1^2}{R}$ 和 $F_2 = m \frac{v_2^2}{R/2} = 8m \frac{v_1^2}{R} = 8F$ 。我们运用动能定理和向

心力公式重新解该题，易得拉力做功 $W = \frac{3}{2}FR$ 。

要符合物理的内在规定性

命题的基本原则——科学性

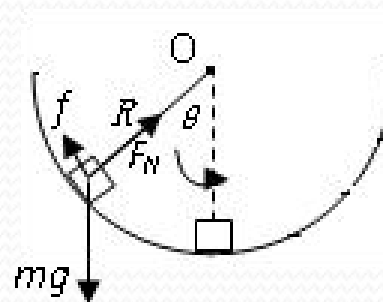


案例分析

质量为 m 的小木块从半球面形的碗口下滑，且保持速率 v 不变，设木块与碗底面的动摩擦因数为 μ ，则下列说法正确的是（ ）

- A、木块受到的向心力大小不变
- B、木块沿碗口下滑的滑动摩擦力大小不变
- C、木块沿碗口下滑受到的滑动摩擦力逐渐减小

D、木块在碗底受到的滑动摩擦力大小为 $\mu m \left(g + \frac{v^2}{R} \right)$



物体受力情况如图所示，物体作匀速圆周运动，所以向心力大小不变，方向始终指向圆心。

由切向平衡有 $f = mg \sin \theta$ ，可以看出随着物体下滑 θ 减小， f 减小（ θ 为物体与球心 O 所连的半径与竖直方向的夹角），故 C 正确。法线方向上由牛顿第二定律知正压力 $F_N = mg \cos \theta + F_{\text{向}}$ ， $F_{\text{向}}$ 大小不变，那么 F_N 随着物体下滑将变大（ θ 变小， $\cos \theta$ 变大），而根据 $f = \mu F_N$ ， f 变大，到碗底 $f = \mu F_N = \mu \left(mg \cos \theta + m \frac{v^2}{R} \right) = \mu \left(mg + m \frac{v^2}{R} \right)$ 即选项 D 也正确。

设计不存在的物理过程

命题的基本原则——层次性

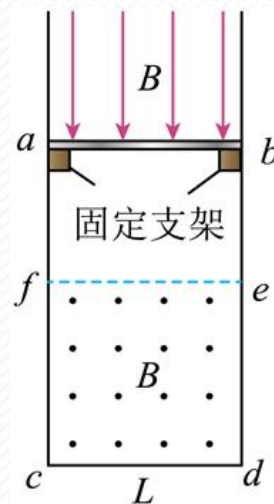
层次性表现在一份试卷各题型内试题的梯度分布，
同一情境下问题设置的阶梯性。

命题的基本原则——层次性

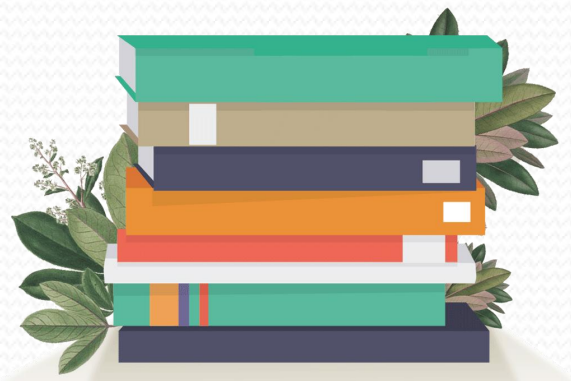


案例分析

(2024 安徽 T15) 如图所示，一“U”型金属导轨固定在竖直平面内，一电阻不计，质量为 m 的金属棒 ab 垂直于导轨，并静置于绝缘固定支架上。边长为 L 的正方形 $cdef$ 区域内，存在垂直于纸面向外的匀强磁场。支架上方的导轨间，存在竖直向下的匀强磁场。两磁场的磁感应强度大小 B 随时间的变化关系均为 $B = kt$ (SI)， k 为常数 ($k > 0$)。支架上方的导轨足够长，两边导轨单位长度的电阻均为 r ，下方导轨的总电阻为 R 。 $t = 0$ 时，对 ab 施加竖直向上的拉力，恰使其向上做加速度大小为 a 的匀加速直线运动，整个运动过程中 ab 与两边导轨接触良好。已知 ab 与导轨间动摩擦因数为 μ ，重力加速度大小为 g 。不计空气阻力，两磁场互不影响。



命题的基本原则—层次性

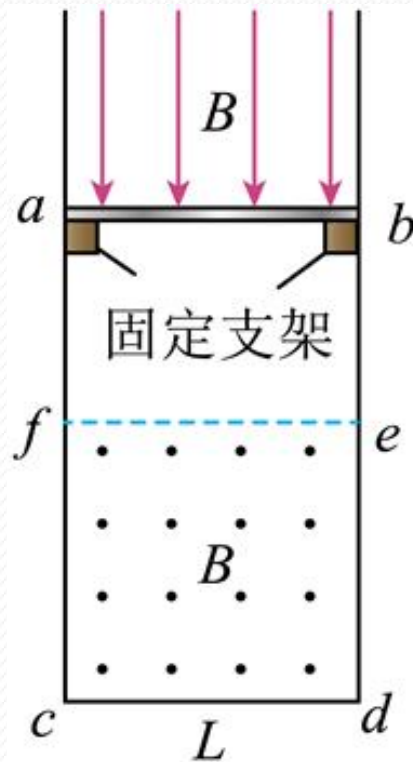


案例分析

(1) 求通过面积 S_{cdef} 的磁通量大小随时间 t 变化的关系式，以及感应电动势的大小，并写出 ab 中电流的方向；

(2) 求 ab 所受安培力的大小随时间 t 变化的关系式；

(3) 求经过多长时间，对 ab 所施加的拉力达到最大值，并求此最大值。



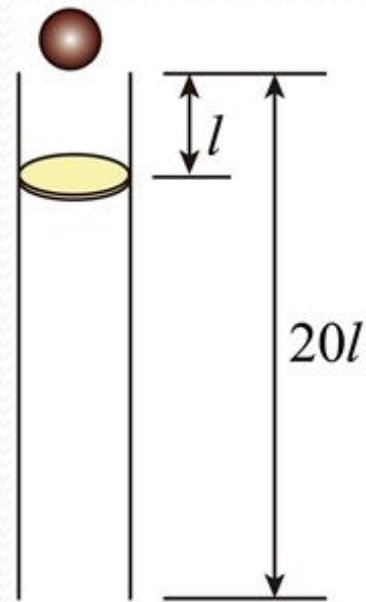
命题的基本原则——层次性



案例分析

12.如图，一竖直固定的长直圆管内有一质量为 M 的静止薄圆盘，圆盘与管的上端口距离为 l ，圆管长度为 $20l$ 。一质量为 $m = \frac{1}{3}M$ 的小球从管的上端口由静止下落，并撞在圆盘中心，圆盘向下滑动，所受滑动摩擦力与其所受重力大小相等。小球在管内运动时与管壁不接触，圆盘始终水平，小球与圆盘发生的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短。不计空气阻力，重力加速度大小为 g 。求

- (1) 第一次碰撞后瞬间小球和圆盘的速度大小；
- (2) 在第一次碰撞到第二次碰撞之间，小球与圆盘间的最远距离；
- (3) 圆盘在管内运动过程中，小球与圆盘碰撞的次数。



命题的基本原则——精炼性

精炼性原则：一是要求使用**最少的词语**表达最精确的意思，强调语言表达的精炼性和清晰度；二是要求试题能够清楚地提出一个或几个独立而明确的问题，使学生阅读题干后能够明确知道命题人的要求，避免理解题意的障碍。这有助于确保学生**能够准确理解问题**，从而做出正确的回答。

命题的基本原则—精炼性



4. 上海光源通过电子-光子散射使光子能量增加，光子能量增加后（ ）

A. 频率减小

B. 波长减小

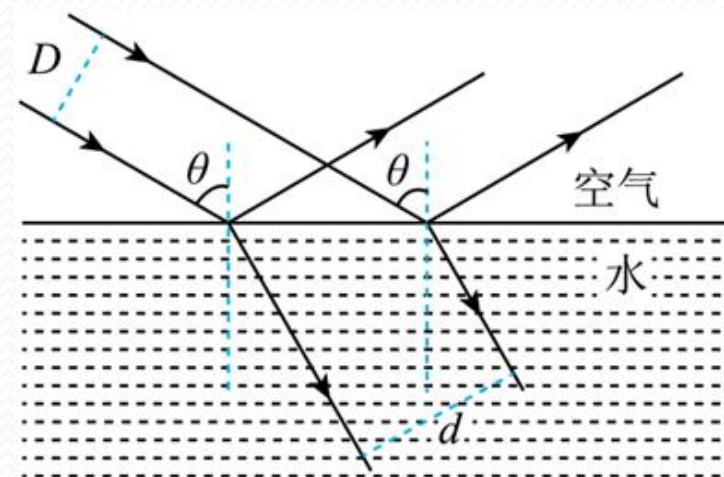
C. 动量减小

D. 速度减小

12. 如图所示，两条距离为 D 的平行光线，以入射角 θ 从空气射入平静水面，反射光线与折射光线垂直，求：

(1) 水的折射率 n ；

(2) 两条折射光线之间的距离 d 。



案例分析

命题的基本原则—精炼性



案例分析

1. 如图所示，高速公路上汽车定速巡航（即保持汽车的速率不变）沿拱形路面上坡，阻力大小不变。此过程中汽车的

- A. 牵引力大小不变
- B. 牵引力逐渐增大
- C. 输出功率保持不变
- D. 输出功率逐渐减小



6. 2021 年中国航天再传佳讯：神舟十三号飞船在离地 390 千米的圆形轨道上翱翔；北斗同步卫星在离地 36000 千米高处静观地球。下列说法正确的是

- A. 神舟十三号的运行速度略小于第一宇宙速度
- B. 神舟十三号的运行周期大于 1 天
- C. 根据 $a=\omega^2 r$ ，同步卫星的向心加速度大于神舟十三号的

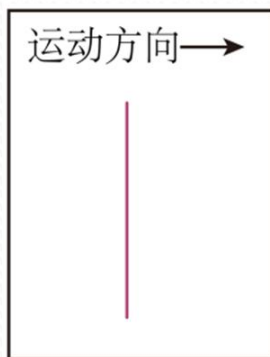
D. 根据 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，神舟十三号飞向高轨道需减速

命题的基本原则——精炼性

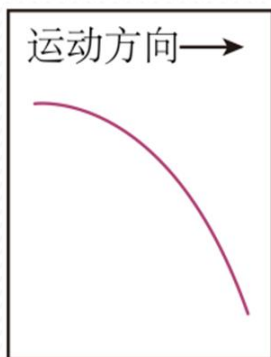


案例分析

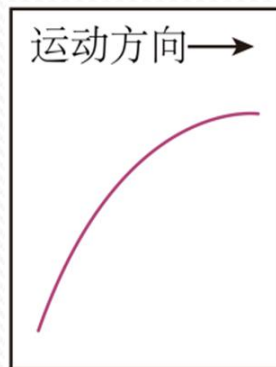
10. 达·芬奇的手稿中描述了这样一个实验：一个罐子在空中沿水平直线向右做匀加速运动，沿途连续漏出沙子。若不计空气阻力，则下列图中能反映空中沙子排列的几何图形是（ ）



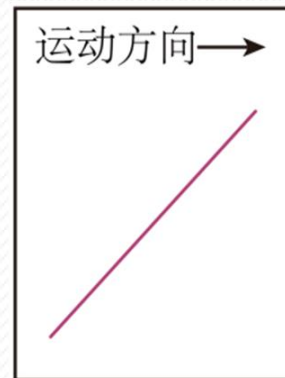
A.



B.



C.



D.

命题的基本原则—创新性

创新性主要包括创造性的问题解决、创造性的实验设计等方面。通过创新试题的呈现方式和设问方式，要求学生从不同角度分析和思考问题，能提出个性化、创造性的思路和见解。在实验题的设计中，要求学生根据实验目的自主挑选实验仪器，设计实验步骤，处理实验数据，反思实验结果，提出改进措施。

命题的基本原则——创新性



案例分析

原子从一个能级跃迁到一个较低能级时，可能不发射光子，而把相应的能量转交给另一能级上的电子，并使之脱离原子，这一现象叫做**俄歇效应**。以这种方式脱离了原子的电子叫**俄歇电子**。若某原子的基态能级为 E_1 ，其处于第一激发态的电子跃迁时将释放能量转给处于第三激发态上的电子，使之成为俄歇电子。若假设这种原子的能级公式类似于氢原子能级公式，则上述俄歇电子的动能是（ ）

A. $-\frac{23}{36}E_1$ B. $\frac{23}{36}E_1$ C. $\frac{11}{16}E_1$ D. $-\frac{11}{16}E_1$

能级跃迁知识在新情境中迁移，创新性解决问题

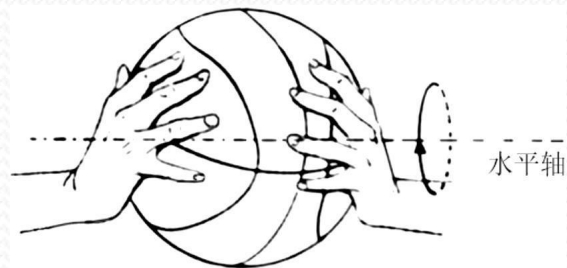
命题的基本原则——创新性



案例分析

在无风的环境，某人在高处释放静止的篮球，篮球竖直下落；如果先让篮球以一定的角速度绕过球心的水平轴转动(如图)再释放，则篮球在向下掉落的过程中偏离竖直方向做曲线运动。其原因是，转动的篮球在运动过程中除受重力外，还受到空气施加的阻力 f_1 和偏转力 f_2 。这两个力与篮球速度的关系大致为： $f_1=k_1v$ ，方向与篮球运动方向相反； $f_2=k_2v$ ，方向与篮球运动方向垂直。下列说法正确的是

- A. k_1 、 k_2 是与篮球转动角速度无关的常量
- B. 篮球可回到原高度且角速度与释放时的角速度相同
- C. 人站得足够高，落地前篮球有可能向上运动
- D. 释放条件合适，篮球有可能在空中持续一段水平直线运动



在新颖情境中创造性解决问题

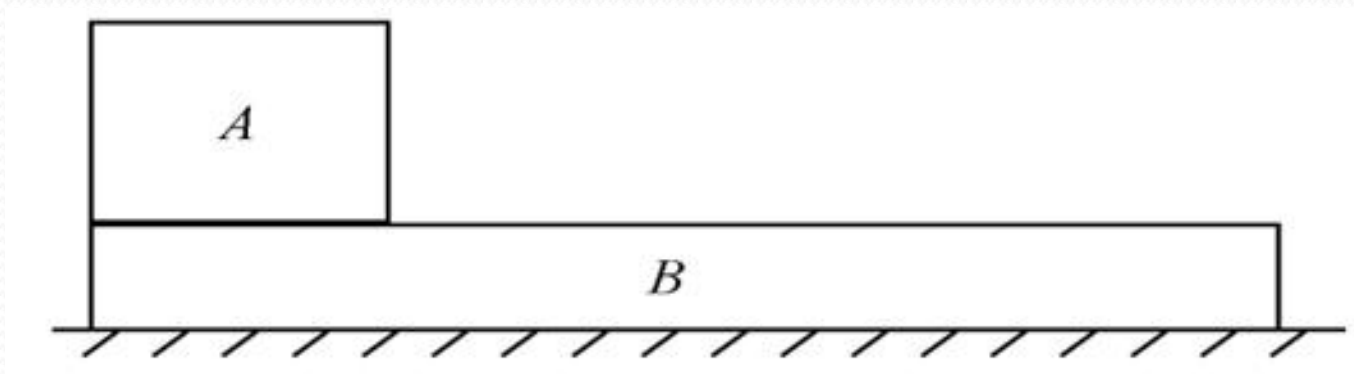
命题的基本原则—创新性



案例分析

15.如图所示，质量均为 m 的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边边缘对齐。 A 与 B 、 B 与地面间的动摩擦因数均为 μ 。先敲击 A ， A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。求：

(1) A 被敲击后获得的初速度大小 v_A ；



命题的基本原则—创新性

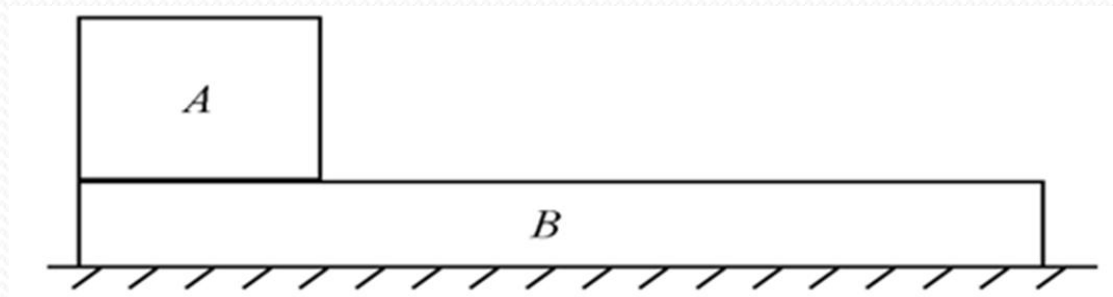


案例分析

(2) 若使 A 、 B 左边缘再次对齐，有以下两种方式：

① 敲击 B ， B 立即获得水平向右的初速度，左边缘再次对齐时恰好相对静止。则 B 被敲击后获得的初速度大小 v_B ；

② 对 B 施加一水平向右的推力 F ，其大小为 $5\mu mg$ ，则推力作用的最短时间 t_1 。



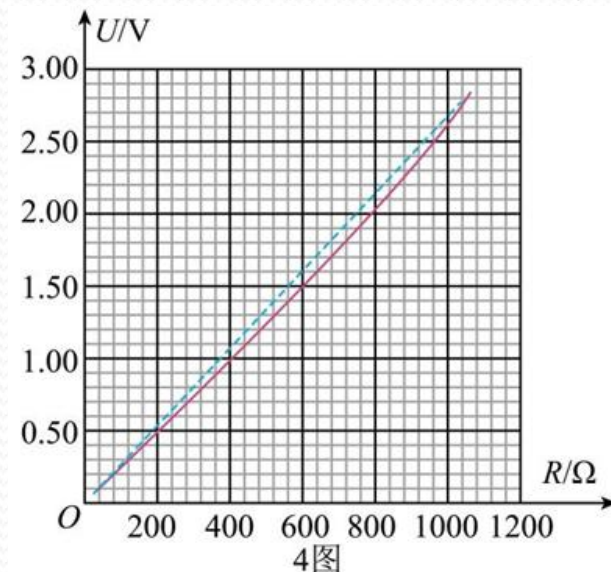
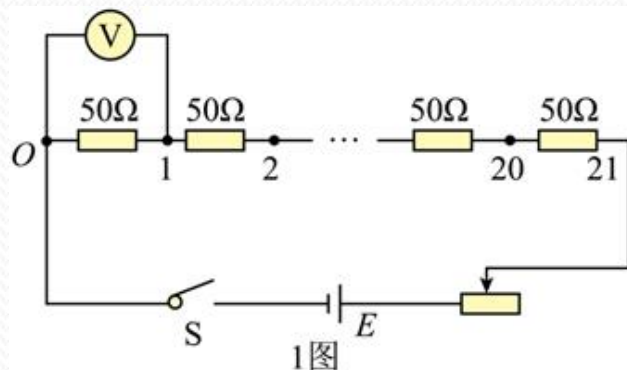
同一情境，改变设问方式

命题的基本原则—创新性



案例分析

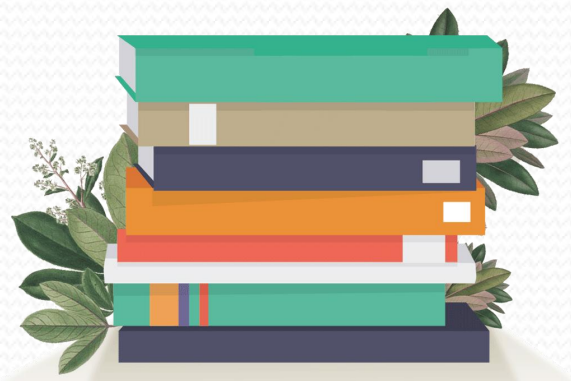
小明通过实验探究电压表内阻对测量结果的影响。所用器材有：干电池(电动势约 1.5V，内阻不计)2 节；两量程电压表(量程 0~3V，内阻约 3k Ω ；量程 0~15V，内阻约 15k Ω)1 个；滑动变阻器(最大阻值 50 Ω)1 个；定值电阻(阻值 50 Ω)21 个；开关 1 个及导线若干。实验电路如题 1 图所示。



(5)分析可知，当 R 较小时， U 的实测值与理论值相差较小，是因为电压表的分流小，电压表内阻对测量结果影响较小。小明认为，当 R 较大时， U 的实测值与理论值相差较小，也是因为相同的原因。你是否同意他的观点？请简要说明理由_____

实验设计创新

命题的基本原则—创新性



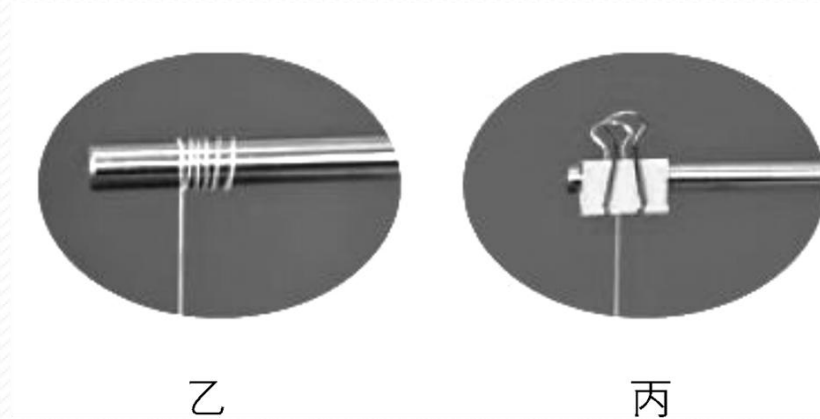
案例分析

小明做“用单摆测量重力加速度”的实验.

(1) 如图甲所示,细线的上端固定在铁架台上,下端系一个小钢球(下方吸附有小磁片),做成一个单摆.图乙、丙分别画出了细线上端的两种不同的悬挂方式,你认为应选用图____▲____(选填“乙”或“丙”)的悬挂方式.



甲



乙

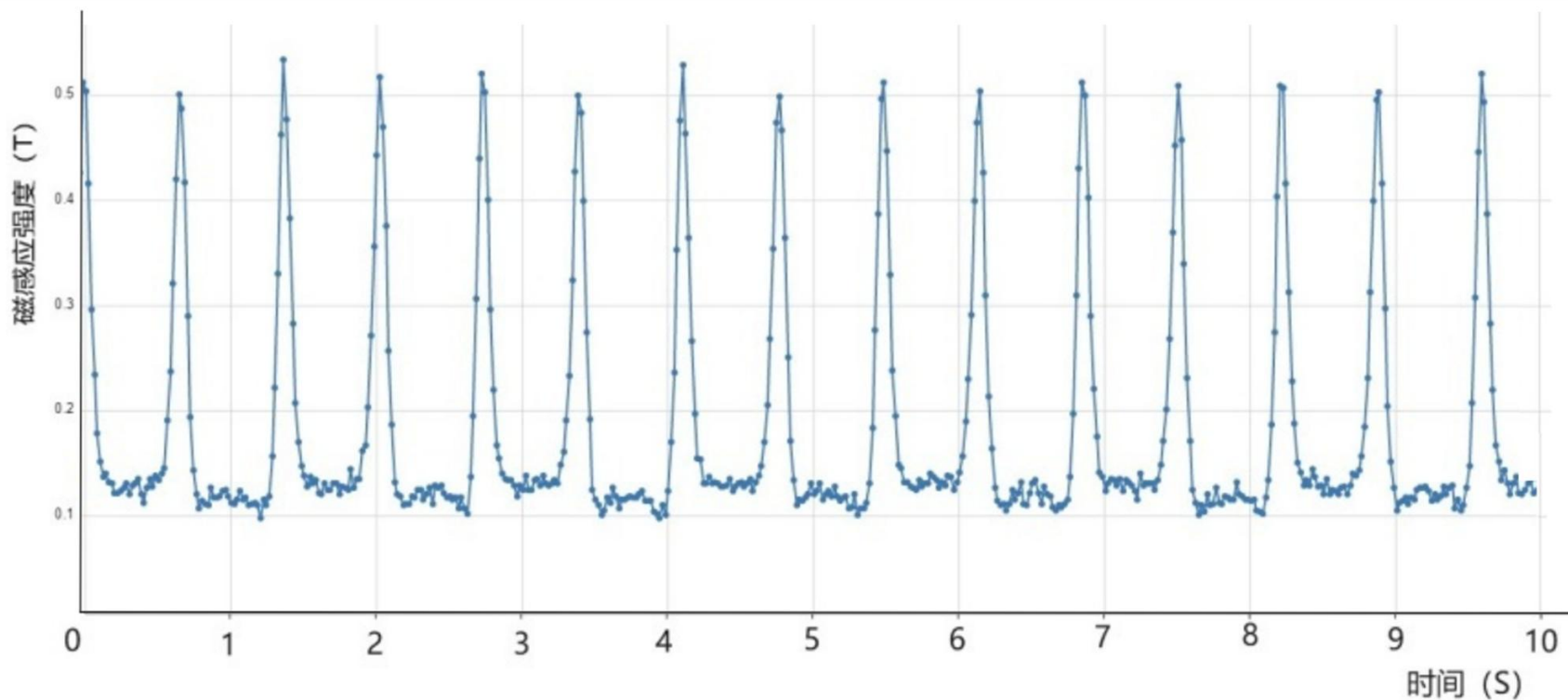
丙

命题的基本原则——创新性



案例分析

(2) 使小球在竖直平面内做小角度摆动，打开手机的磁传感器软件，此时磁传感器记录的磁感应强度做周期性变化。某次采集到的磁感应强度 B 的大小随时间 t 变化的图像如图丁所示，从图中可以算出单摆的振动周期 $T= \underline{\hspace{1cm} \blacktriangle \hspace{1cm}} \text{s}$ (结果保留 3 位有效数字)；



命题的基本原则—创新性



案例分析

(5) 有同学认为，根据公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，小明在实验中未考虑小磁片对摆长的影响， L 的测量值小于真实值，所以实验测得的重力加速度 g 偏小。请判断该观点是否正确，简要说明理由_____▲_____。

实验测量手段创新

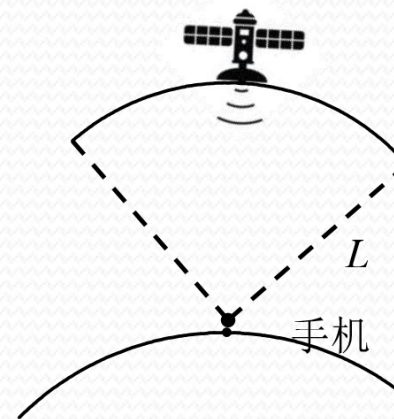
命题的基本原则—创新性



案例分析

14. 华为最新款手机 Mate60 系列搭载了号称“捅破天”的卫星通话技术，即作为智能手机可直接与我国“天通”卫星互联实现实时通讯，逐步取代笨重的卫星电话。如图所示，通话时以手机为发射源向外均匀辐射光子，空间中辐射张角为 90° ，即向外辐射面为八分之一球面。若天通卫星正对手机方向的信号接收板面积为 S ，且每秒至少接收到 N 个光子才能连接成功，已知手机到卫星的距离为 L ，电磁波在空气中波长为 λ ，光速为 c ，普朗克常量为 h ，求：

- (1) 卫星每秒接收到的能量；
- (2) 卫星通话时，手机的最低发射功率。



挖掘社会生活与科技发展创新情境

命题的一般步骤

01 明确考试的性质和目的

02 编制命题分项细目表

03 搜集材料

04 初步加工成型

05 推敲打磨成稿

06 试答全部试题、制定评分标准

07 积累实测数据



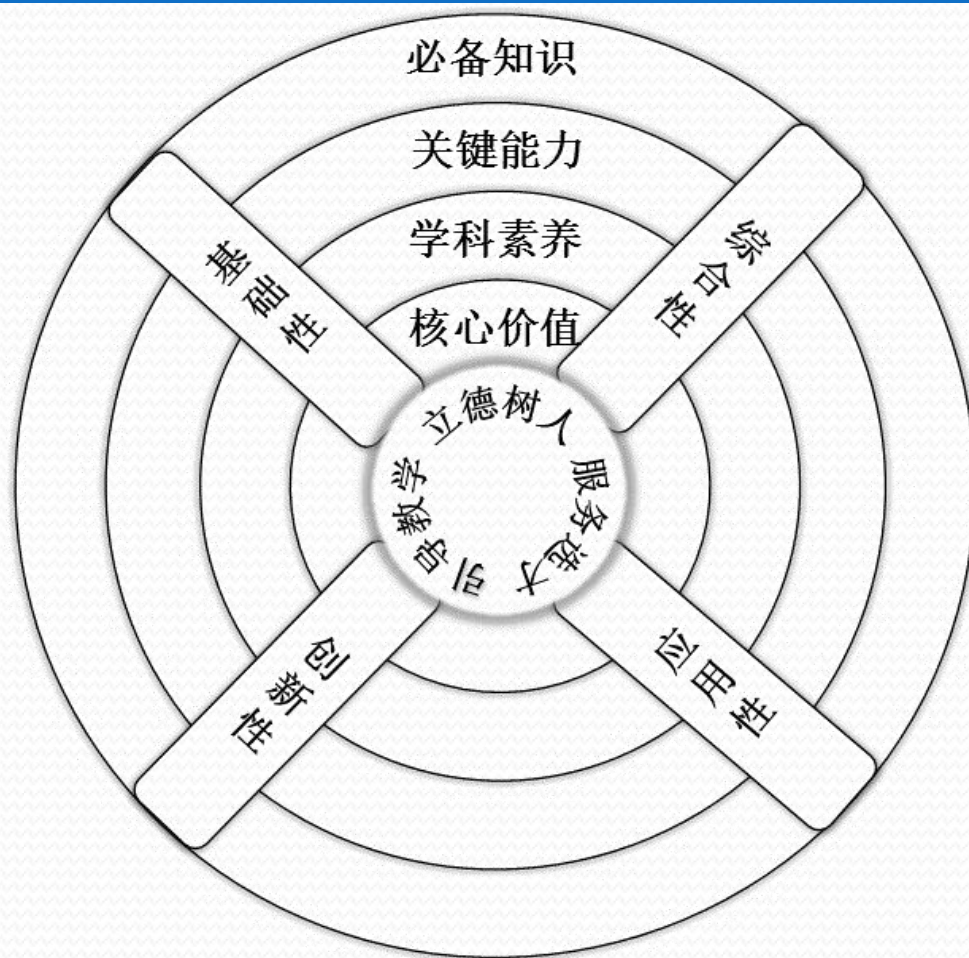
命题的一般步骤--编制双向细目表



1. 根据新课标的内容编制双向细目表

2. 根据高考评价体系的要求编制双向细目表

命题的一般步骤--编制双向细目表



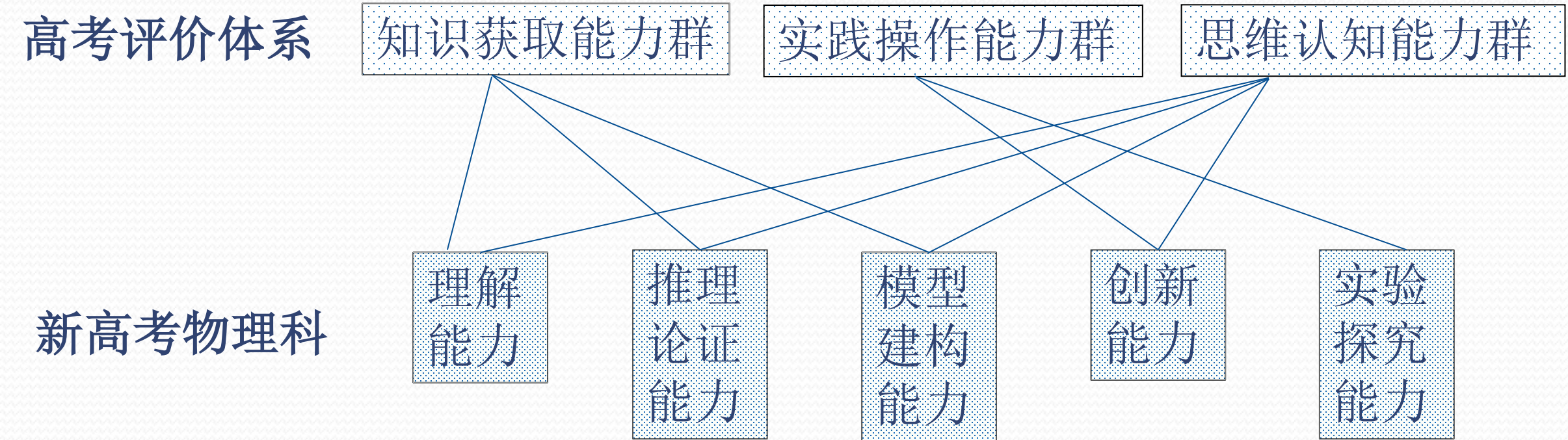
一核、四层、四翼

高考评价体系的主要内容

◆四翼——考查要求：目标达成的主要维度



高考评价体系的主要内容



高考评价体系、新高考物理学科关键能力映射图

命题的一般步骤--编制双向细目表

[illegible]

命题的一般步骤——收集材料



现有试题——改编（转换、重组等）

研究背景资料——原创

命题的一般步骤—收集材料



试题改编

- 1. 转换题型：**把非选题改为选择题。很多非选择题从考查内容和考查功能上来看往往是经典题型。通过压缩、升华或从其他角度设问，辅以选项的巧妙设计，就可以成为一道新颖的选择题。其难度可升可降，因材而异。反之亦行。
- 2. 重组整合：**形式多样，结构复杂。在拥有较多试题的基础上，进行重组整合，命出新题。既可是同一题型之间的重组，也可是不同题型之间的重新组合。通常是根据考查目标、考查内容确定命题材料的重组，然后设问。
- 3. 改变考查目标：**就是在知识内容不变的情况下，改变原题考查的目标或能力，如把对某一概念或规律的考查，由侧重于对规律的理解应用能力考查改为对图像能力的考查，或对计算能力的考查、实验能力的考查等。

命题的一般步骤—收集材料



试题改编

如图，长为 $2l$ 的直导线折成边长相等、夹角为 60° 的 V 形，并固定在绝缘水平桌面（纸面）上，导线所在空间有一匀强磁场，磁感应强度为 B ，方向竖直向下。当导线中通以图示电流 I 时，该 V 形导线受到的安培力

A. 大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3} BIl$

B. 大小为 $\sqrt{3} BIl$

C. 方向向前

D. 方向向后

4. 如图 1-3 所示，长为 $2l$ 的直导线折成边长相等、夹角为 60° 的 V 形，并置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为 B 。当在导线中通以电流 I 时，该 V 形通电导线受到的安培力为多大？

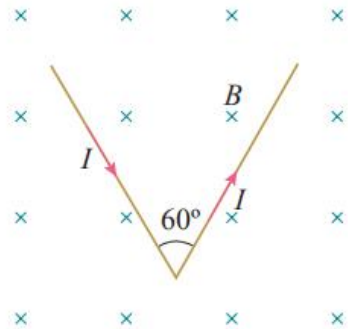
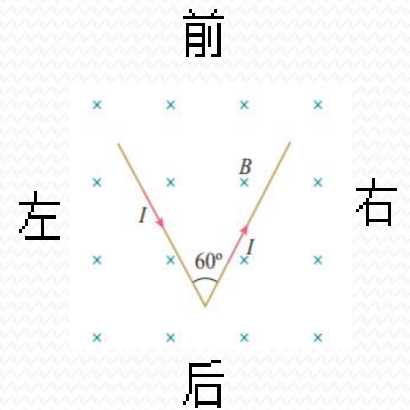


图 1-3



转换题型



命题的一般步骤—收集材料



试题改编

21. 假设地球是一半径为 R 、质量分布均匀的球体。一矿井深度为 d 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿井底部和地面处的重力加速度大小之比为 ()

A. $1 - \frac{d}{R}$ B. $1 + \frac{d}{R}$ C. $(\frac{R-d}{R})^2$ D. $(\frac{R}{R-d})^2$

转换题型



中国“天宫空间站”的建成和“蛟龙”号下潜深度有突破，是中国科技的重大成就。若地球半径为 R ，把地球看做质量分布均匀的球体，地球表面的重力加速度大小为 g ，引力常量为 G 。“蛟龙”下潜深度为 d ，“天宫空间站”轨道距离地面高度为 h 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。求：

- (1) “天宫空间站”绕地心转一周的时间是多少？
- (2) “蛟龙”号所在处与“天宫空间站”所在处的重力加速度之比是多少？

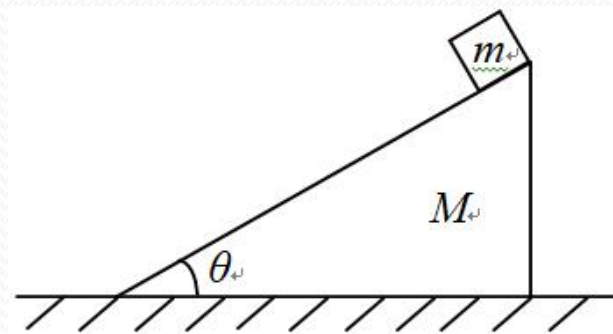
命题的一般步骤—收集材料



试题改编

倾角 $\theta=37^\circ$ ，质量 $M=5\text{kg}$ 的粗糙斜面位于水平地面上，质量 $m=2\text{kg}$ 的木块置于斜面顶端，从静止开始匀加速下滑，经 $t=2\text{s}$ 到达底端，运动路程 $L=4\text{m}$ ，在此过程中斜面保持静止（ $\sin\theta=0.6$ ， $\cos\theta=0.8$ ， g 取 10m/s^2 ），求：

- (1) 斜面对木块的摩擦力大小；
- (2) 地面对斜面的摩擦力大小与方向；
- (3) 通过计算证明木块在此过程中满足动能定理。



重组整合

命题的一般步骤—收集材料



试题改编

6. A、B 两个粒子都带正电，B 的电荷量是 A 的 2 倍，B 的质量是 A 的 4 倍。A 以已知速度 v 向静止的 B 粒子飞去。由于静电力，它们之间的距离缩短到某一极限值后又被弹开，然后各自以新的速度做匀速直线运动。设作用前后它们的轨迹都在同一直线上，计算 A、B 之间的距离最近时它们各自的速度。



变化考查目标

- (1) 大致画出 A、B 两粒子运动的 v - t 图像；
- (2) 从开始到两粒子之间的距离缩短到某一极限值过程中系统电势能的增加量；
- (3) 根据 A、B 运动的 v - t 图像求它们间质量关系；
- (4) 假设 A 粒子从无穷处向 B 粒子飞去，求分离后它们的速度。

命题的一般步骤—收集材料



素材收集

关注生活，如乘坐高铁、商场扶梯、体育运动等。

关注科技发展，如航天、X射线在医学中应用、光学等；

阅读期刊；

我国宇航员王亚平在“天宫一号”空间实验室里完成了一个水球实验，用细金属环从水里取出一个水膜，不断向水膜上注水，水膜逐渐变成一个水球，如图所示．此实验中

- A. 水球受到的重力为零
- B. 水球表面分子间的作用力为零
- C. 水球的形成与液体的表面张力有关
- D. 宇航员经水球表面反射成倒立的像



让情境真正成为答题的根基

真实情境，源自真实实验

如图所示为杂技表演“胸口碎大石”。当大石获得的速度较小时，下面的人感受到的震动就会较小，人的安全性就较强。若大石块的质量是铁锤的 100 倍，则撞击后大石块的速度可能为铁锤碰撞前速度的

A. $\frac{1}{25}$

B. $\frac{1}{75}$

C. $\frac{1}{150}$

D. $\frac{1}{200}$



真实情境，创新设问

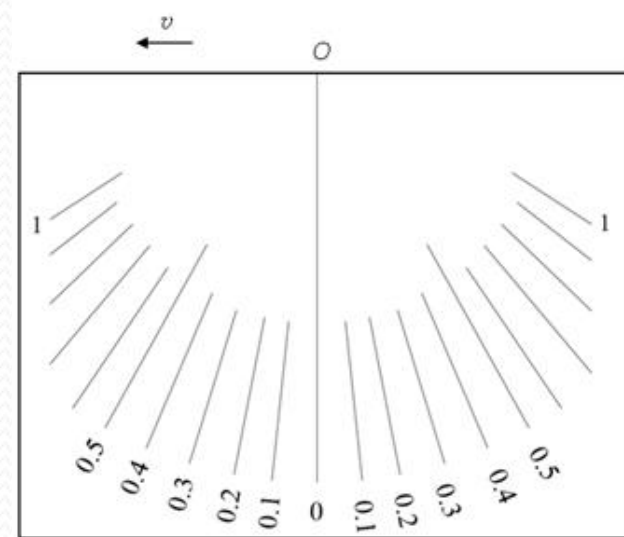
某同学用细线拴一重物，通过细线与竖直方向的夹角计算加速度，如图所示为其制成的简易加速度测量计刻度面，图中的刻度是细线与竖直方向的夹角。若某次火车出站时细线与竖直方向夹角为 0.1rad ，其出站加速度约为（ g 为重力加速度）

A. $0.01g$

B. $0.05g$

C. $0.1g$

D. $0.5g$



真实情境，创新设问

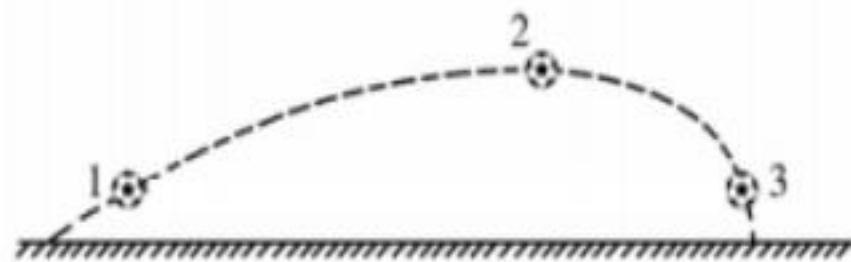


真实情境，多角度设问

物理命题实践

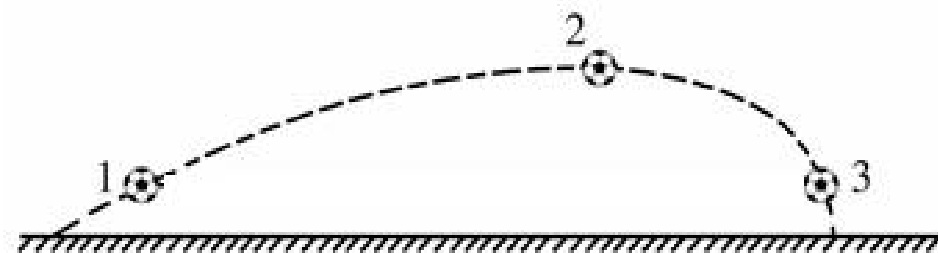
1.如图所示，一球员将足球从球门正前方某处踢出，在竖直平面内经位置 1、2、3 后落地，位置 1、3 等高，位置 2 在最高点。不考虑足球的旋转，则足球

请根据此情境命制 4 个选项。



如图所示，一球员将足球从球门正前方某处踢出，在竖直平面内经位置 1、2、3 后落地，位置 1、3 等高，位置 2 在最高点。不考虑足球的旋转，则足球。

- A. 在位置 3 与位置 1 时的速度大小相等。
- B. 上升过程的时间小于下落过程的时间。
- C. 在位置 2 的加速度比位置 3 的加速度大。
- D. 从位置 1 到 2 过程减少的动能大于从位置 2 到 3 过程增加的动能。



第 8 题图

让情境真正成为答题的根基

真实情境，源自教材

物理命题实践

2.人眼对绿光最为敏感，如果每秒有6个绿光的光子射入瞳孔，眼睛就能察觉。现有一个光源以0.1W的功率均匀地向各个方向发射波长为530nm的绿光。假设瞳孔在暗处的直径为4mm，且不计空气对光的吸收。

请根据此情境，命制一道计算题（两小问）。

- (1) 绿光光子的能量；
- (2) 眼睛最远在多大距离能够看到这个光源？

命题的一般步骤—初步加工、推敲打磨



试答全部试题、制定评分标准

积累实测数据并进行分析

学科总体分析																
科目	总人数	参考人数	最高分	最低分	平均分			标准差	比率						难度	区分度
					全体	高分段	低分段		满分	拔尖	优秀	良好	及格	低分		
物理	5501	5373	100	6	56.1	76.7	34.5	16.96	0.1	2	9.2	22.5	42.6	19.2	0.56	0.43
题号	答案	平均分	标准差	得分率	满分率	零分率	难度	区分度	A		B		C		D	
									人数	选率	人数	选率	人数	选率	人数	选率
单选1	D	1.64	0.77	81.9	81.9	18.1	0.82	0.38	670	4.7	71	0.5	1841	12.9	11672	81.9
单选2	B	1.21	0.98	60.5	60.5	39.5	0.61	0.53	879	6.2	8631	60.5	3577	25.1	1161	8.1
单选3	D	0.78	0.98	38.9	38.9	61.1	0.39	0.49	429	3	1735	12.2	6541	45.9	5544	38.9
单选4	A	1.37	0.93	68.5	68.5	31.5	0.68	0.41	9763	68.5	441	3.1	1711	12	2332	16.4
单选5	B	0.74	0.97	37.1	37.1	62.9	0.37	0.51	2505	17.6	5283	37.1	1846	13	4603	32.3
单选6	B	0.43	0.82	21.7	21.7	78.3	0.22	-0.02	2426	17	3098	21.7	7650	53.7	1069	7.5
单选7	C	1.43	0.9	71.4	71.4	28.6	0.71	0.36	3050	21.4	935	6.6	10177	71.4	84	0.6
单选8	D	1.46	0.89	72.9	72.9	27.1	0.73	0.44	551	3.9	1540	10.8	1766	12.4	10395	72.9

结束语

提升一线教师命题能力，对于提高教育教学质量、促进教师专业发展均具有积极的现实意义。要让更多教师有机会、有信心参与到命题过程中，以命题为研究点，撬动教师专业能力提升，通过命题质量的提升促进教学和育人质量的提升。



谢 谢！

