

谈物理试题的编制

陈汉光

正确教育

正确教育

正确教育

正确教育

正确教育

目 录

一

考试与命题相关概念

二

试题编制的理论基础

二

试题编制的案例分析

一、考试与命题相关概念

《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》

国办发〔2019〕29号

六、完善考试和招生制度

(十四) 规范学业水平考试。

普通高中学业水平考试主要检验学生达到国家规定学习要求的程度，考试成绩是学生毕业和升学的重要依据。除综合实践活动课程纳入综合素质评价外，国家课程方案规定的其他科目均实行合格性考试，考试内容为必修内容。语数外、政史地、理化生等科目合格性考试由省级统一命题、统一组织实施，鼓励有条件的地方将技术科目和理化生实验操作纳入省级统一考试。体育与健康科目合格性考试按照省级要求由地市统一组织实施；艺术（或音乐、美术）科目合格性考试由省级确定具体组织实施方式。省级统一组织实施的**合格性考试**应安排在学期末，高一学生参加考试的科目原则上不超过4科。高校招生录取所需学业水平考试科目实行**选择性考试**，考试内容为必修和选择性必修内容，由省级统一组织实施。

过去叫高考

1. 选择性考试的特点

一是选择性考试科目的成绩计入高考总成绩，承担科学选拔人才的一部分重担，对区分度有一定的要求。

水平
+
选拔

二是选择性考试需要通过优化试卷难度结构，提升试卷区分效果，在引导教学和选拔人才的功能中找到平衡点。

三是试题总体难度的降低，必然会要求容易试题分值比例的增加和难题分值比例的减少，增加学生学有所得的成就感。

2. 学业水平选择性考试的五项要求

一是考试命题：应从考查内容、考查要求和考查情境三位一体制定多向细目表。

二是题型设计：应从考查必备知识和关键能力方面设计，也应从考查学科核心素养的发展水平方面设计。

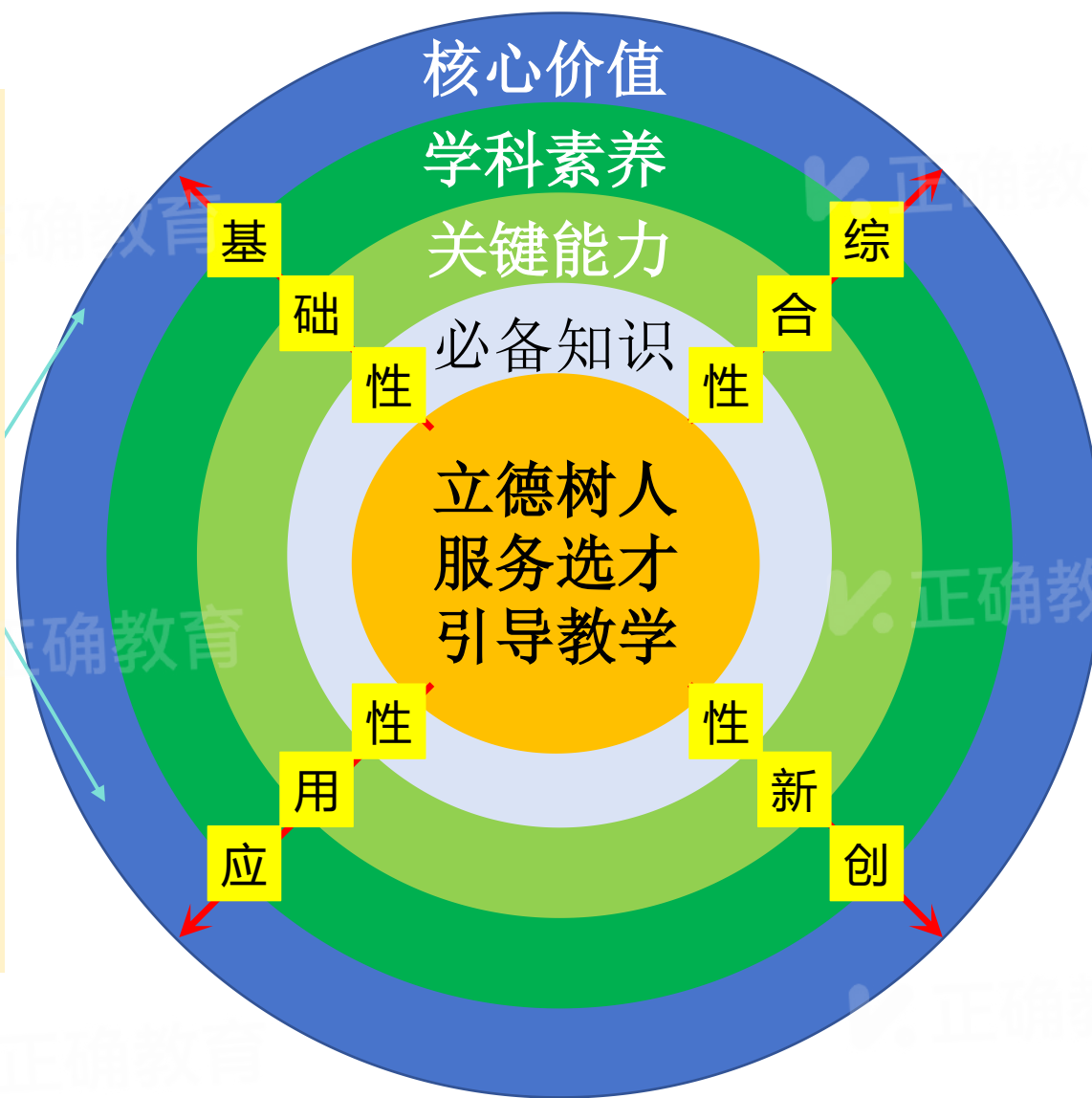
三是试题情境：应为激发学生的认知建构与素养表现搭建平台，影响学生分析与解决问题的策略与表现。试题材料呈现方式应丰富多样，剪裁适当，便于构建简单的或复杂的真实问题情境。

四是试题设问：应增强开放性和探究性，使学生可从多个角度入手发现问题，最大限度发挥自身优势和特长进行发散思维，培养学生自主学习和创新思维的品质。

五项要求

五是实践操作：加强实验操作和实践能力的考查，增加图形语言的使用，如活动方案设计、绘制模式图、思维导图、设计性实验等。

中国高考评价体系



案例：物理

核心价值：立德树人，五育并举

学科素养：4大主题（14个要素）

关键能力：5大关键能力

必备知识：3必修 + 3选择必修

高考评价体系：
将三个方面关键能力的发展水平作为主要考查内容，以区分学生综合能力水平的高低，引导基础教育对学生综合能力的培养。

知识获取能力群
(以认识世界为核心)

- 语言解码、符号理解、阅读理解能力
- 信息搜索能力
信息整理能力

实践操作能力群
(以解决实际问题为核心)

- 数据处理能力
信息转化能力
- 应用写作能力
语言表达能力

思维认知能力群
(涵盖各种关键思维能力)

- 形象思维抽象思维能力
归纳概括演绎推理能力
- 批判性思维能力
辩证思维能力

《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》国办发〔2019〕29号

(十五) 深化考试命题改革。

学业水平选择性考试与高等学校招生全国统一考试命题要以普通高中课程标准和高校人才选拔要求为依据，实施普通高中新课程的省份不再制定考试大纲。

优化考试内容，突出立德树人导向，重点考查学生运用所学知识分析问题和解决问题的能力。

创新试题形式，加强情境设计，注重联系社会生活实际，增加综合性、开放性、应用性、探究性试题。

科学设置试题难度，命题要符合相应学业质量标准，体现不同考试功能。

加强命题能力建设，优化命题人员结构，加快题库建设，建立命题评估制度，提高命题质量。

命题依据

高中课程标准、人才选拔要求

命题方向

优化内容、立德树人、解决问题

试题形式

创新、情境、实际、“四性”

试题难度

难度科学、质量标准、考试功能

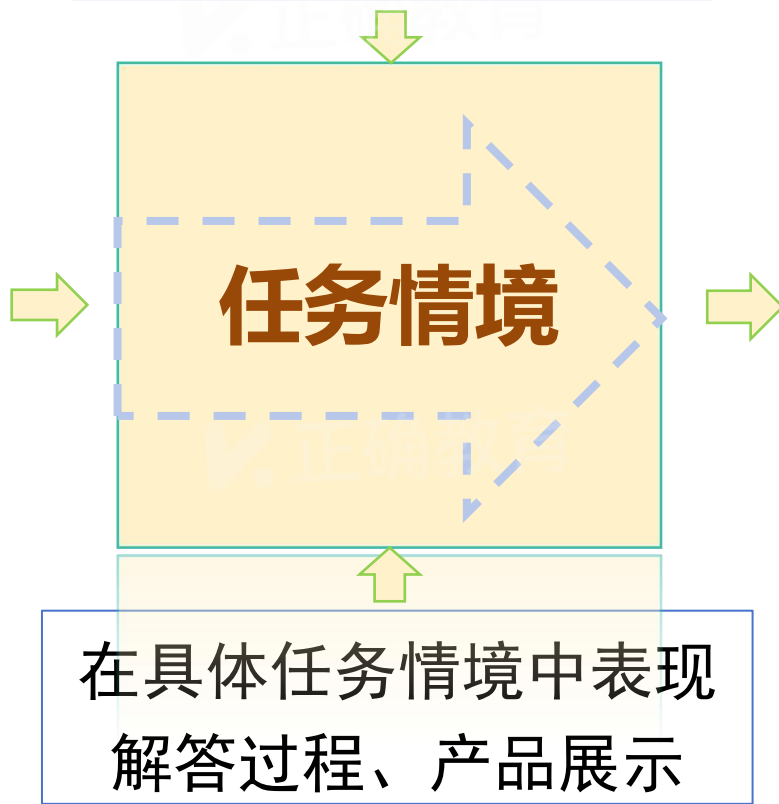
命题能力

命题人员、题库建设、命题质量

学业质量标准

提供了	对各学科核心素养	表现维度 不同水平 表现特征 的刻画
以	学业质量标准为依据确定考试命题的	价值方向 理论框架 水平依据

素养内涵、表现维度
水平划分、表现特征



学科核心素养

对		学科 育人价值	的凝练
能	灵活的 整合	学科观念 思维方式 探究模式 知识体系	
能	应对和 解决	各种复杂的 不确定的 现实 生活情境	的 综合 性品质

以学业质量标准为依据命题可测量学生在任务情境中的学科核心素养水平

命题理念

- 考为教服务
- 激励与兴趣
- 巩固与提升

命题原则

激励性

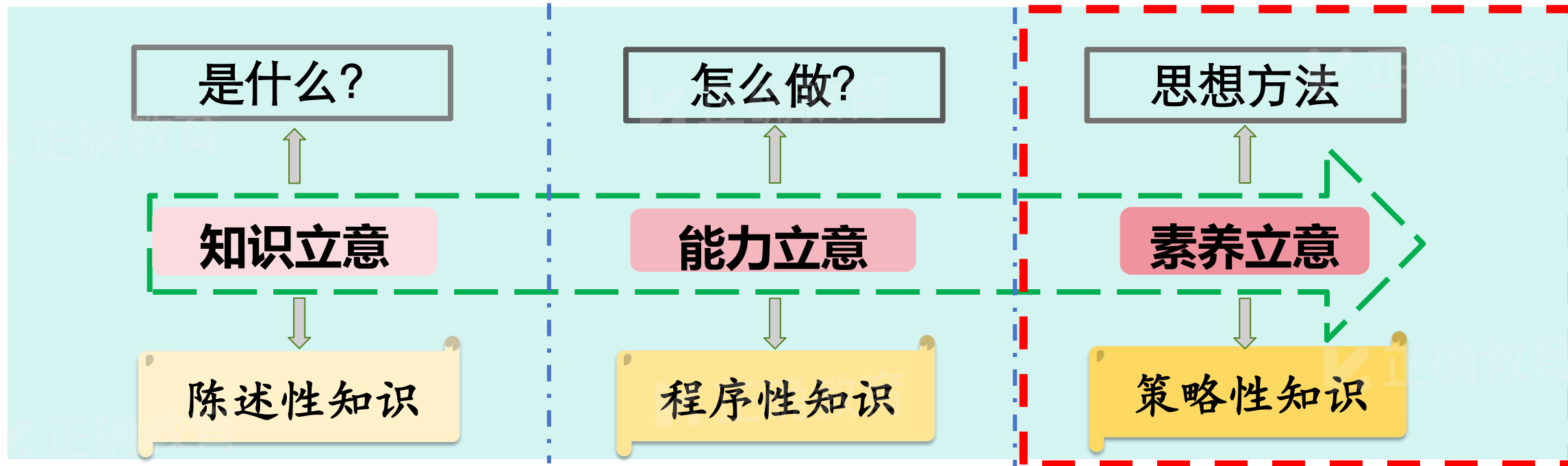
基础性

巩固性

提升性

让学生
想学让学生
能力让学生
学好让学生
学精

命题从知识立意到能力立意再到素养立意



命题改革的方向就是：减少裸考知识现象，让测评发生在知识处于生成状态或应用状态的情境之中。命题将坚持这样的原则：**无应用情境就无知识测试**。

----张卓玉，教育部中高考命题改革专家组副组长

命题难易决定考试成绩

命题质量决定考试效果

命题内容决定教学方向

命题水平决定教师素质

命题者需做到

- 要突出重点
- 要关注热点
- 考查易错点
- 把握给分点

试题难易决定因素

1. 情境的新颖程度
2. 知识点的关联度
3. 过程的复杂程度
4. 条件的隐含程度
5. 思维的严谨程度
6. 信息的多样程度
7. 运算的繁琐程度

情境活动 两层

第一层：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。

第二层：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。

二、试题编制的理论基础

1、体现时代主题，落实立德树人根本任务

一是全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务；

二是将习近平新时代中国特色社会主义思想考查有机融入试题；

三是按照“方向是核心，平稳是关键”的原则；

四是构建德智体美劳全面考查的内容体系。

关注时政热点与重大历史事件

十四五规划、二十大报告
世界格局、社会热点话题
科学素养、科学家精神
关键历史事件、时代重大现实问题等

关注国家重点支持和发展的科技领域

航空航天工程、电子信息、5G通信
量子计算、新能源、纳米芯片
生物与新医学、自动化、碳中和
科技前沿进步、伟大建设成就等

关注中华文明与文化

家国情怀、中国传统教育
文化自信、中华优秀传统文化

2、注重考查“三基”，引导学生融会贯通、灵活运用

一是实现由“以纲定考”到“考教衔接”的转变，引导教学回归课标、回归教材、回归课堂；

考试与教学衔接

考什么就教（学）什么，教（学）什么就考什么；考到什么水平就教（学）到什么水平，教（学）到什么水平就考到什么水平。

二是命题严格依据高中课程标准，确保“内容不超范围、深度不超要求”，引导中学依照课程标准进行教学；

依据课程标准

考查内容在课程标准范围内，既注重全面性，又突出核心内容；试题深度严格依据课程标准中学业质量水平要求：数/英水平二；思政水平三；语/理/历/化/生/地水平四。

三是命题遵循教育规律，引导学生要知其然，更知其所以然，学有所思、思有所疑、疑有所问、悟有所悟，以考促教。

遵循教育规律

注重考查对基础知识、基本技能、**基本方法**的深刻理解，考查对所学知识的融会贯通和灵活运用。

单独提了出来

3、加强关键能力、学科素养和思维品质考查，引导创新能力培养

一是聚焦考查学生的关键能力。引导学生独立思考，综合运用所学知识发现问题、分析问题及解决问题的能力；

二是聚焦考查学生的学科核心素养。引导学生建构知识，提升学科核心素养，推动高水平创新人才自主培养；

三是聚焦考查学生的思维过程和思维方式。引导学生多角度主动探究，发现新问题、找到新规律。

阅读与
表 达

试题大量增加图标内容、数据体量、材料信息量和应用类场景。考查考生材料阅读理解、知识获取、信息整理与加工、写作表达等能力。

理证
分析

考查学生以已有的信息和条件为基础，通过逻辑分析、思维建模、推理证明得出正确结论的能力，考查学生在面对各种复杂问题时独立思考、敢于质疑，运用已有知识解决问题的能力。

实证
分析

要求学生能够根据对问题情境的分析，运用实证数据分析问题和本质的内在联系，考查学生能够运用综合能力，对各类情境中的问题提出合理的解决方案，并实施调研、探究或实验活动的的能力。

创新
思维

考查学生运用开放性和创造性的思维方式应对问题，并提出新观点、新方法、新设想，甚至多种合理的解题方案的能力。

跨模块
融 合

要求学生在应对跨学科的问题时，能够合理运用各种相关的知识，综合、准确地表达观点。理科试卷还会要求展示正确的解题过程和中间答案，实验题还需写出正确的实验思路和报告。

4、构建真实情境，增强试题的应用性、探究性、开放性

一是加大情境设题的创新性、开放性和综合性；

二是探索“价值引领、素养导向、**重视科技素材**”的综合考查模式，不断增强试题的灵活性、开放性、探究性和创新性；

三是在真实情境下，运用关键能力和学科素养经由思维活动而不是回忆学科知识去解决专业的学科问题。

涉及的领域增多

科学与科技领域的题目增多

图文信息和数据表格增多

生产生活、科学与科技、时政热点、社会民生等；更注重理论联系实际，文本体量和范围增大；与文本相关联的信息更加开放和多元化。

更加靠近前沿，信息维度更加广阔，题干中除了直接提供的信息和知识外，还隐藏更多间接信息、数据和结论；题目可以包含近年主要的科研成果和应用，要求考生不只是熟悉书本上的知识，还需要通过提取关键信息和数据，运用综合知识进行分析和推理。

各学科的知识与能力并行考查，图文信息和数据表格增加，信息量的广度和深度增加，并有更多信息隐藏；会呈现跨学科的图书和数据展示，要求考生理解图片题干情境的设置，快速透过现象看到本质，然后通过建构合理的思路和模型展示解答过程。

	【分析类】 能（会）（15）
1	用共点力的平衡条件分析有关问题
2	用运动合成与分解方法分析有关抛体运动
3	用线速度、角速度、周期和牛顿第二定律分析匀速圆周运动
4	用万有引力定律分析简单的天体运动
5	用图像描述简谐运动和机械波并解释有关现象
6	用库仑定律分析点电荷之间的相互作用
7	用电场强度、电势、磁感应强度等分析电场和磁场中的问题
8	用电势能和焦耳定律等分析电学中的能量转化问题
9	用公式和图像描述正弦交变电流并用变压器变压规律解释有关现象
10	用分子动理论解释固体、液体和气体的微观结构及特点
11	用等温、等压、等容的理想过程分析分析和研究实际问题
15	用爱因斯坦光电效应方程说明光电效应现象

	【计算（解决）类】 能（会）（14）
16	用匀变速直线运动公式和图像解决(解释)实际问题
17	用动摩擦因数计算滑动摩擦力的大小
18	用牛顿运动定律解决（解释）实际问题
19	计算人造地球卫星的环绕速度
20	用动能定理和机械能守恒定律解决(解释)实际问题
21	用动量定理和动量守恒定律解决一维碰撞问题
22	解决（解释）带电粒子在电场中运动的问题
23	用闭合电路欧姆定律等解决（解释）电路问题
24	计算安培力的大小和判断安培力的方向
25	计算洛伦兹力大小和判断洛伦兹力的方向
26	解决（解释）带电粒子在匀强磁场中运动的问题
27	用法拉第电磁感应定律和楞次定律解决（解释）有关问题
28	用气体实验定律、热力学定律解决(解释)实际问题
29	用光的折射定律和全反射解决（解释）相关问题

(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

指课网

选择题特点

考查核心概念、规律，考查关键能力

严格依课标命题，题干围绕一个中心，单点难度低，横向多点，干扰项的有效性和迷惑性能反映考生的典型错误

以定性分析为主，定量计算为辅
(定性与定量的比例为6:4)

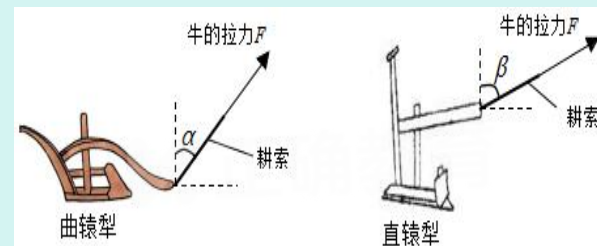
情境(七类)完全符合评价体系要求

图表多，表述简洁，空间思维要求高

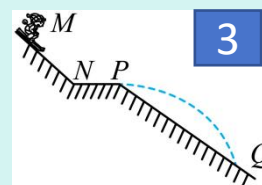
难度低(平均0.65)，作答时间短
(平均每题 2 分钟)



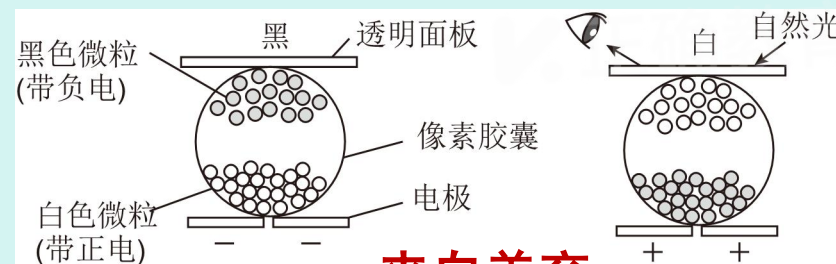
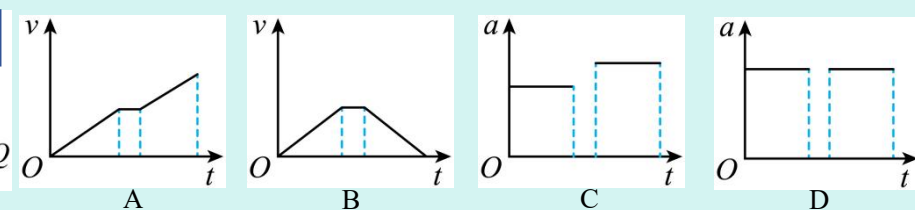
来自科技



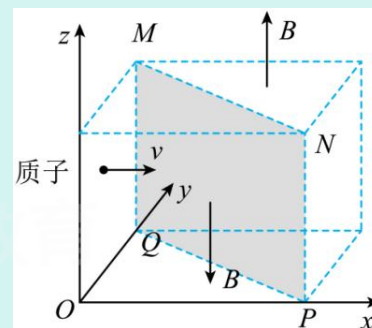
联系劳动生产



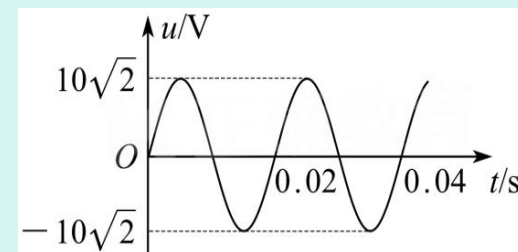
来自体育



来自美育



空间思维



来自教材

(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

指课网

实验探究题特点

22年前着重考查创新实验、应用实验；
23年起，考查“必做实验+创新实验”

考查基本技能、方法，突出实验素养

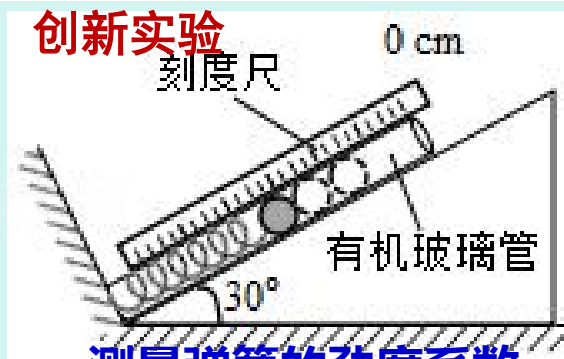
考查观察和分析实验过程
考查实验步骤的操作细节

考查是否做实验
“只有动手做过实验才能得高分”

填空题为主，有开放性设问

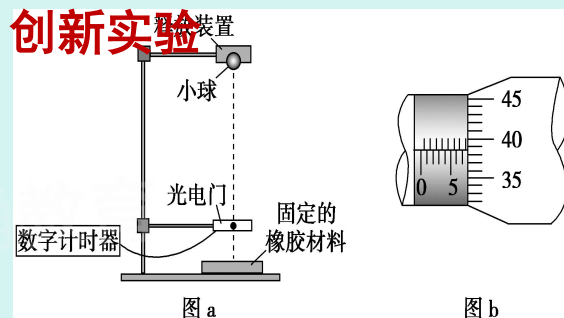
难度适中（平均0.55）

创新实验

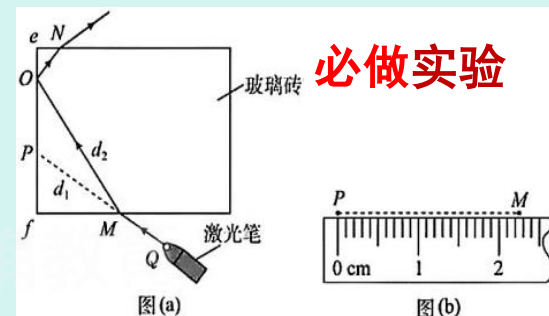


测量弹簧的劲度系数

创新实验

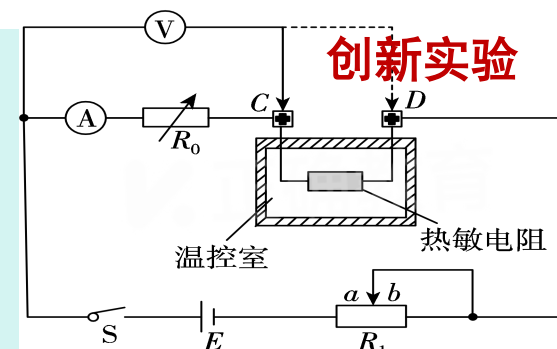


测量机械能损失

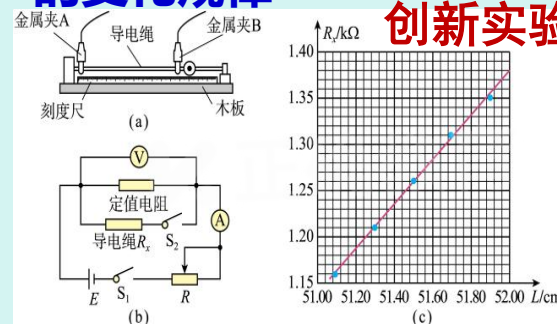


测量玻璃的折射率

创新实验

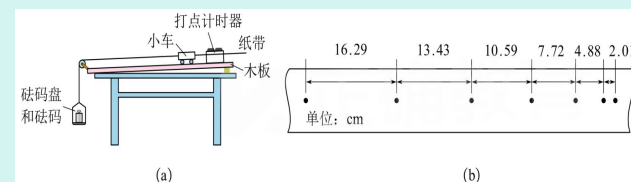


研究热敏电阻阻值随温度的变化规律



测量导电绳电阻与绳长的关系

必做实验



研究小车匀加速直线运动

论述计算题特点

考查核心概念、规律，考查思维品质

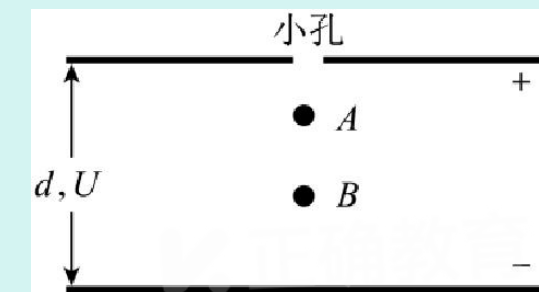
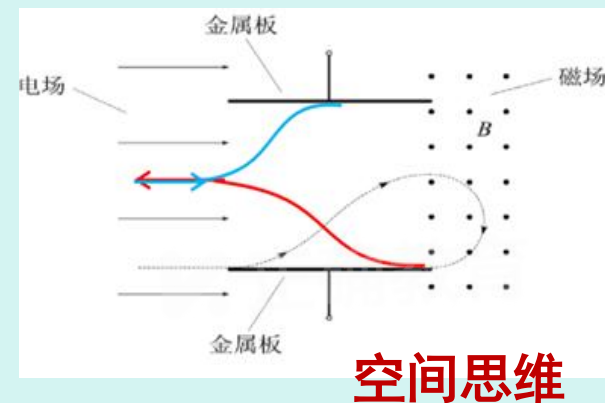
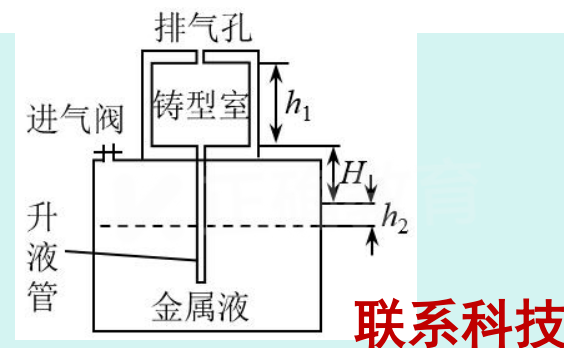
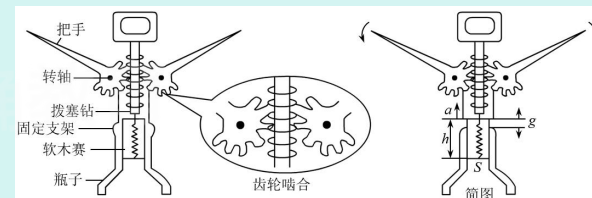
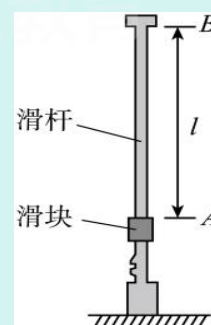
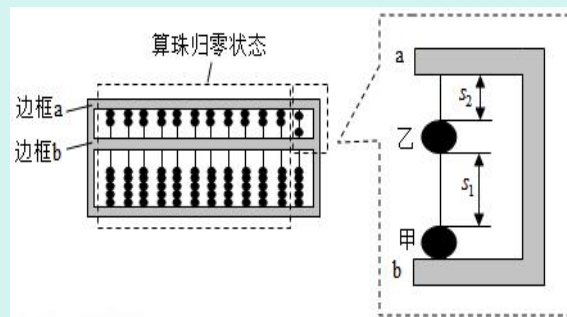
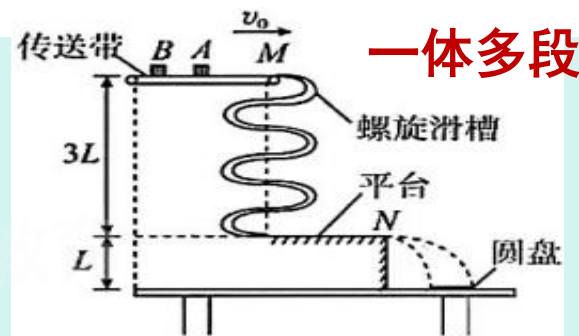
力学注重“一体多段”问题

或“两体多段”或“多体多段”

电学注重组合型、复合型的情境问题
可考查一些临界问题、周期性变化问题
涉及“两体”问题又回到力学问题

创设新情境，注重考查分析、讨论、
判断和立体空间思维能力

具有开放性，考查学生发散思维和解
决问题的能力



(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

指课网

年	字符数	题图数
2024	4197	22
2025	4176	19
对比	-21	-3

从表中数据可知，近两年广东卷的字符数都超过4000个，图像也在20个上下。考试时间4500秒，如果全卷要想阅读完，这需要很快的阅读速度，即每秒钟阅读约 0.9个字，包括看图则每个字阅读时间更短。那还有二次阅读（粗读+精读）的时间吗？如果还要进行解答，那需要怎样的理解速度和书写速度呢？

评析：在高考命题要求“知识获取能力群”中指出，试题要把语言解码、符号理解、阅读理解能力作为考查的落脚点，因为语言表达能力是每个人对所学知识的外显思维品质。因此，无论刚过去这两年，还是今后，培养学生物理学的阅读能力也是复习中的一个部分。

(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

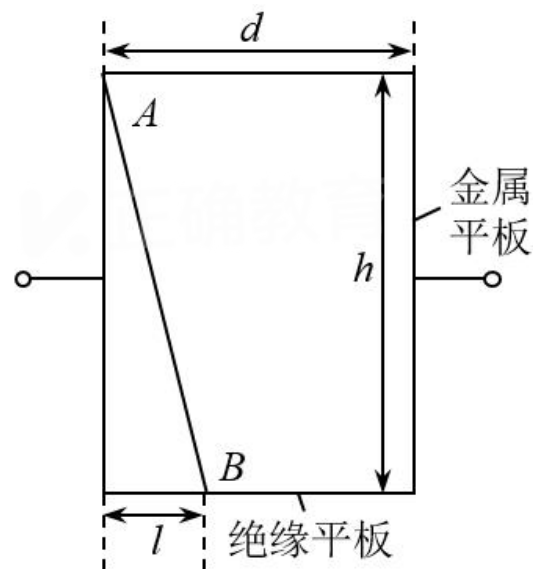
指课网

数学运算能力	2024年统计	2025年统计
1.代数运算能力	5、7、10、14（1）、15	4、6、7、9、10、14、15
2.四则运算能力	涉及定量都有	涉及定量都有
3.利用函数图像或图表提取数据进行分析或运算	1、3、7、11（1）、 11（2）、14、15	7、12
4.考查利用几何关系或图形进行运算或分析	4、5，8、13、14、15	4、8、13、15
5.数列、数学归纳法	无	无

以上所见，代数运算在选择、计算题中，四则运算在任何定量题中都有。利用函数图像或图表提取数据进行分析或运算任何题型都有、利用几何关系或图形进行运算主要是在几何体系中。代数运算增多，说明半定量与定量明显增大，数学在物理解题中的应用很多很广，这是高校人才选拔的需要。

本资料内容仅供学习参考，版权归正确教育及原创作者所有，不得用于商业用途。一经发现侵权必究。

2025年广东15题



15.解: (1)粒子在竖直方向上做自由落体, 则有 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ①

水平方向上做匀加速直线运动, 则有 $\frac{Uq}{d} = ma$ ② $l = \frac{1}{2}at^2$ ③

解得 $q = \frac{mgdl}{Uh}$ ④

(2)设颗粒在B点与绝缘平板碰撞前瞬间水平分速度大小为 v_x , 竖直分速度大小为 v_y , 所受合力与水平方向的

夹角为 β , 则由运动学公式可得 $v_x = at = \frac{gl}{h} \sqrt{\frac{2h}{g}} = l \sqrt{\frac{2g}{h}}$ ⑤

$v_y = \sqrt{2gh}$ ⑥

由于颗粒反弹离开下方绝缘平板瞬间, 水平分速度与碰前瞬间相同, 竖直分速度大小变为碰前瞬间的 k 倍,

则颗粒反弹离开绝缘平板瞬间的水平分速度大小为 v_x , 竖直分速度大小为 $v'_y = kv_y = k\sqrt{2gh}$ ⑦ 方向竖直向上,

作出颗粒反弹离开下方绝缘平板瞬间的速度示意图如图所示,

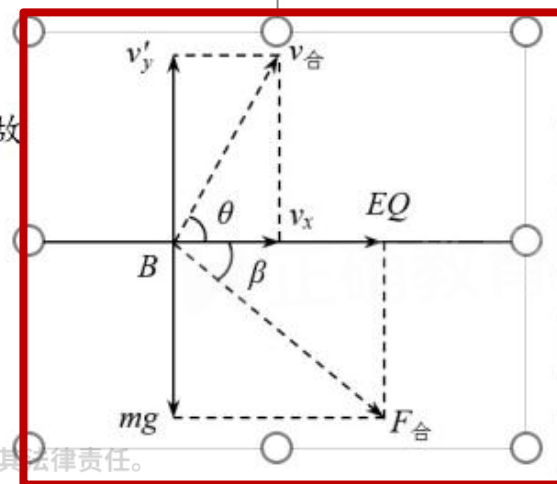
由于颗粒反弹离开绝缘瞬间, 颗粒的速度与所受合力垂直, 则 $\theta + \beta = 90^\circ$ ⑧ 故

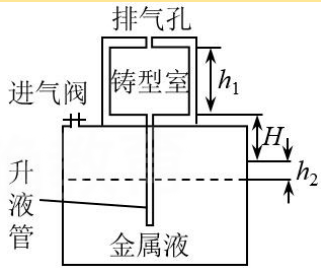
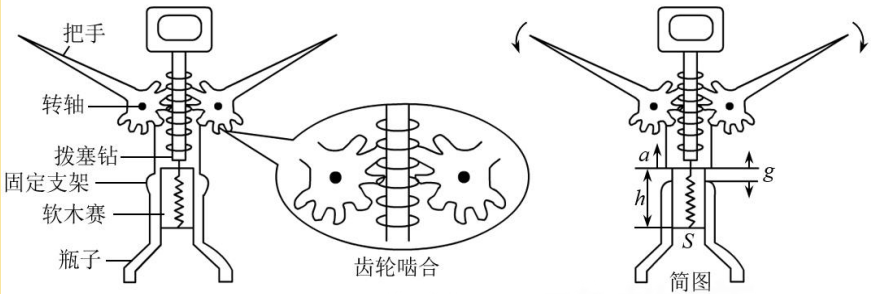
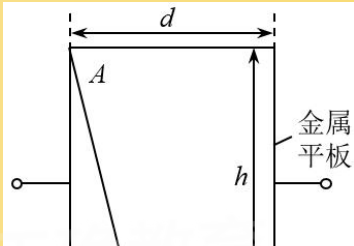
$\tan \theta = \frac{1}{\tan \beta}$ ⑨

则 $\frac{v'_y}{v_x} = \frac{EQ}{mg}$ ⑩

联立可得 $Q = \frac{kmgdl}{Ul}$ ⑪

综合性过强



题	2025年情境图像	情境分类	情境活动层次
13	本题创设了一个铸造工作装置，但由于涉及连通器，且选择什么为研究对象很关键，由此成为复杂的生活实践问题情境。 	生活实践问题情境	复杂
14	本题创设了一个开瓶器的实际情景而创造了一个综合动力学情境，考查到了匀变速直线运动、圆周运动、牛顿第二定律、动能定理、变力做功和功率等知识，情境新颖、综合度很高，复杂性大，故难度不小。 	生活实践问题情境	复杂
15	本题创设了研究颗粒碰撞荷电特性装置。带电小球在电场中的运动情境，考查匀变速直线运动、匀变速曲线运动和功的概念。 	生活实践问题情境	复杂

除了压轴题的情境有戴帽子之嫌外，另外两道题的情境与问题交融的不错，持续体现了广东省的命题风格。但是，13、14题的情境难于让学生理解，难于转化为物理模型，难度过大。

(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

指课网

	2024年	2025年
选择题/满分	25.10/46	25.50/46
11题（实验题）/满分	3.94/7	4.79/8
12题（实验题）/满分	5.33/9	5.48/8
13题（计算题）/满分	4.65/9	2.52/9
14题（计算题）/满分	4.60/13	2.91/13
15题（计算题）/满分	2.39/16	2.78/16
非选择题/满分	20.90/54	18.48/54
总分/满分	46.00/100	43.98/100

以上所见，无论选择题还是非选择题，得分比2016~2020年广东考生参加全国卷考试稍高，但比2021~2023年低了10分左右，这是国家对高考命题的要求。现在中学要有意识侧重为国家培育高精尖人才，应对国际形势的变化。

(三)

广东选择性考试命题变化特点

正确教育

指课网

01

试题的**阅读量**增大



02

试题的**计算量**增加



03

试题的**综合性**增强



04

情境理解难度加大



三、试题编制的案例分析

1. 原创题

利用非题性材料来进行编题，编出的试题叫作**原创题**。

原创题必须考虑以下三点：

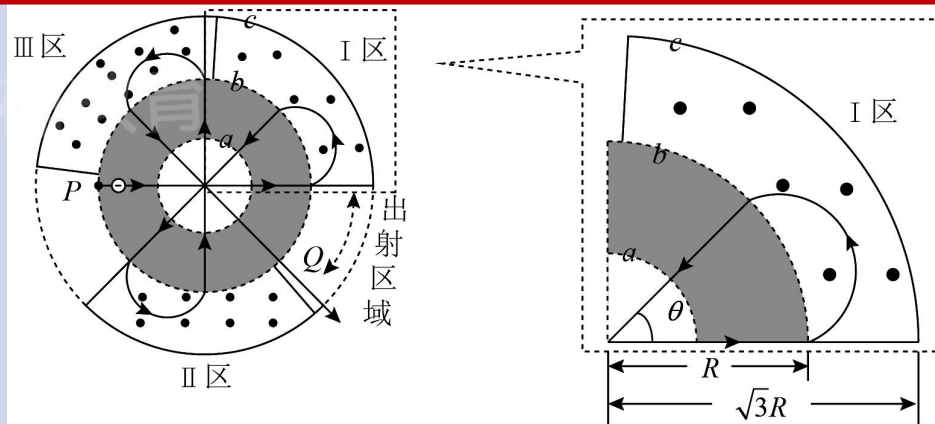
(1) 为考查学生对概念和规律的理解而编题；

(2) 为考查学生的基本学习技能和学习方法而编题；

(3) 为考查学生灵活运用所学知识解决实际问题而编题；所依据的材料可以是物理教材，科学杂志，社会生活、实验中的“**高新奇插件**”作素材等。原创题的创意有不少来自于学生学习的困难，也有来自于面对物理情景材料而产生的突发奇想。

2021年第14题

图是一种花瓣形电子加速器简化示意图。

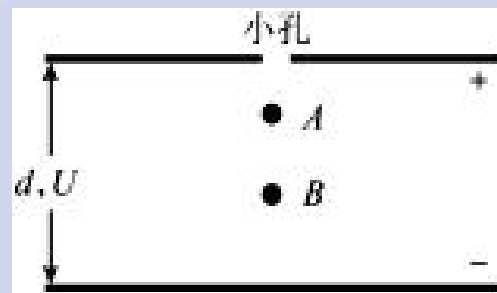


从预设的已知条件到临界条件，给予图像进行加工处理。

这是从“科学杂志”上取材，试题设计一个带电粒子在电场中的加速和在磁场中的圆周运动的基本模型，考查物理规律和数学知识的综合应用，按一般到特殊处理，属于原创好题。

2022年第14题

密立根通过观测油滴的运动规律证明了电荷的量子性，因此获得了1923年的诺贝尔奖。

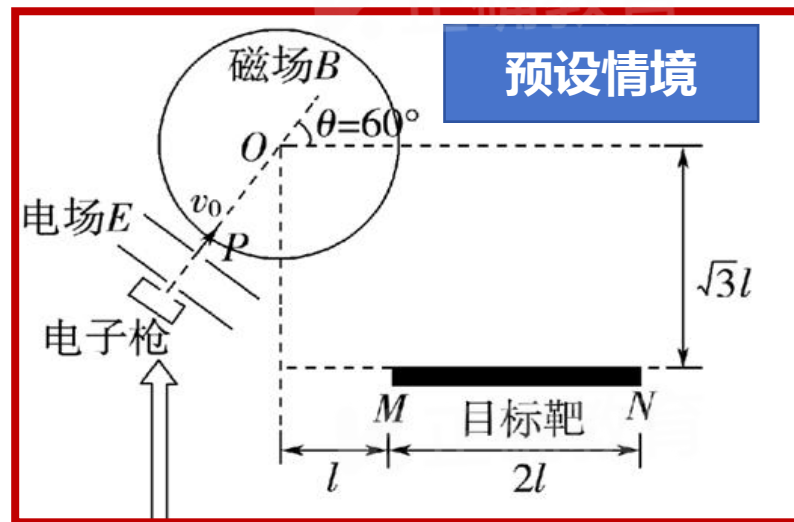


粤教版教材没有涉及碰撞、力、运动过程、能量。

物理学史是“表面”，里面却是“物理规律的重大应用”：试题设计两个研究对象、4个物理过程（匀速、碰撞、变速），3个从低到高的问，还要讨论，属于原创的开放性试题。

【例1】（2023·深圳二模）某肿瘤治疗新技术是通过电子撞击目标靶，使目标靶放出X射线，对肿瘤进行准确定位，再进行治疗，其原理如图所示。圆形区域内充满垂直纸面的匀强磁场，磁感应强度为 B 。水平放置的目标靶长为 $2l$ ，靶左端 M 与磁场圆心 O 的水平距离为 $\sqrt{3}l$ 、竖直距离为 l 。从电子枪逸出的电子（质量为 m 、电荷量为 e ，初速度可以忽略）经匀强电场加速时间 t 后，以速度 v_0 沿 PO 方向射入磁场（ PO 与水平方向夹角为 60° ）恰好击中 M 点，求

- （1）匀强电场场强的大小；
- （2）匀强磁场方向及电子在磁场中运动的时间；
- （3）为保证电子击中目标靶 MN ，匀强电场场强 E 的大小范围（电场极板间距不变）。



要具有带电粒子在组合场运动的“模型观”

模型观

物理模型即物体的图像结构。由物体的图像结构找到相应的所属知识内容，采用对应的解决问题的方法，从而形成了科学的思维观念，就是模型观。

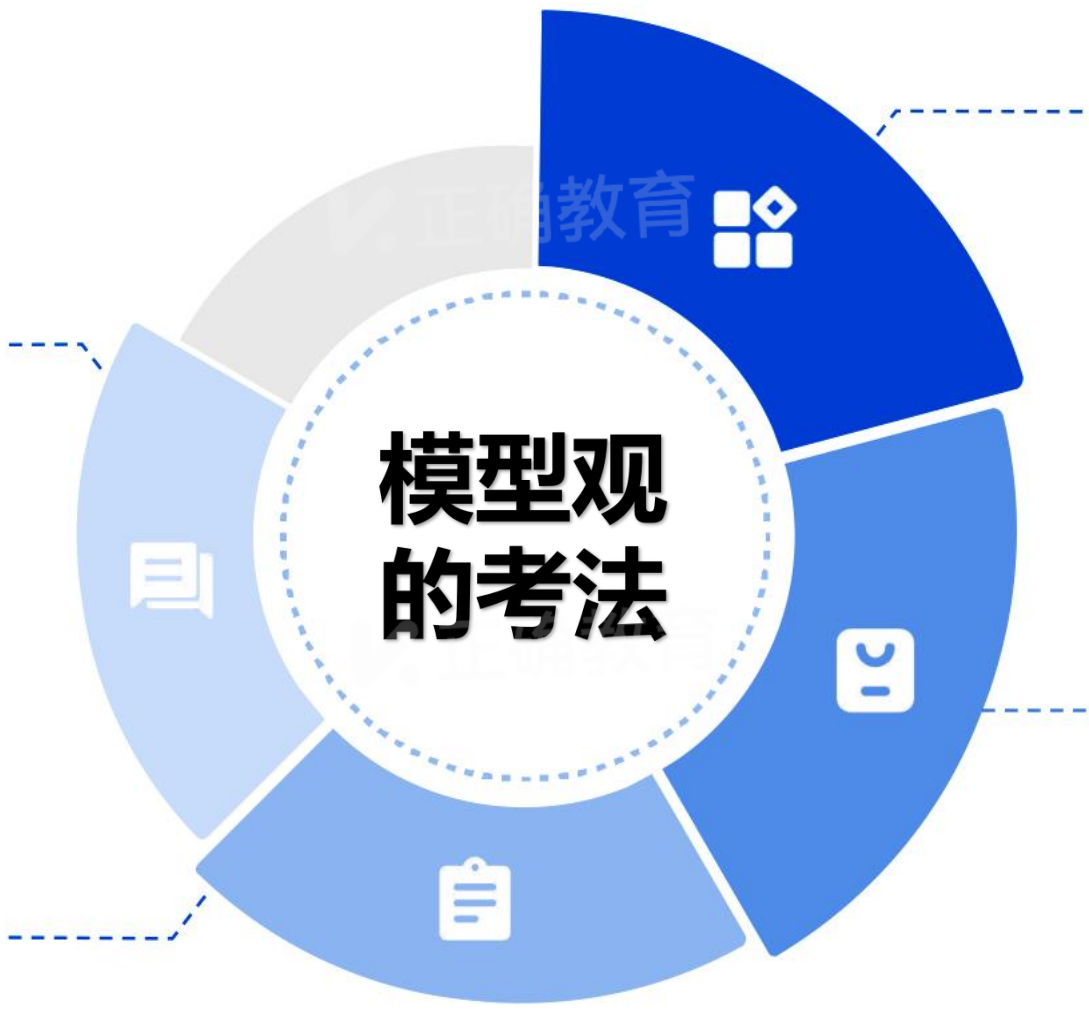
当今新高考下强调的重要关键能力就包含物理模型的建构，这就意味着学生要掌握新课标、新教材所涉及到的物理模型，在考试中加以应用（模型建构），形成思维过程，提高思维品质。

拆译题干 •

题障突破，
警惕陷阱

拆透考法 •

题图剖析，
点中题眼



拆中答案 •

逐步运算，
检验答案

拆解思路 •

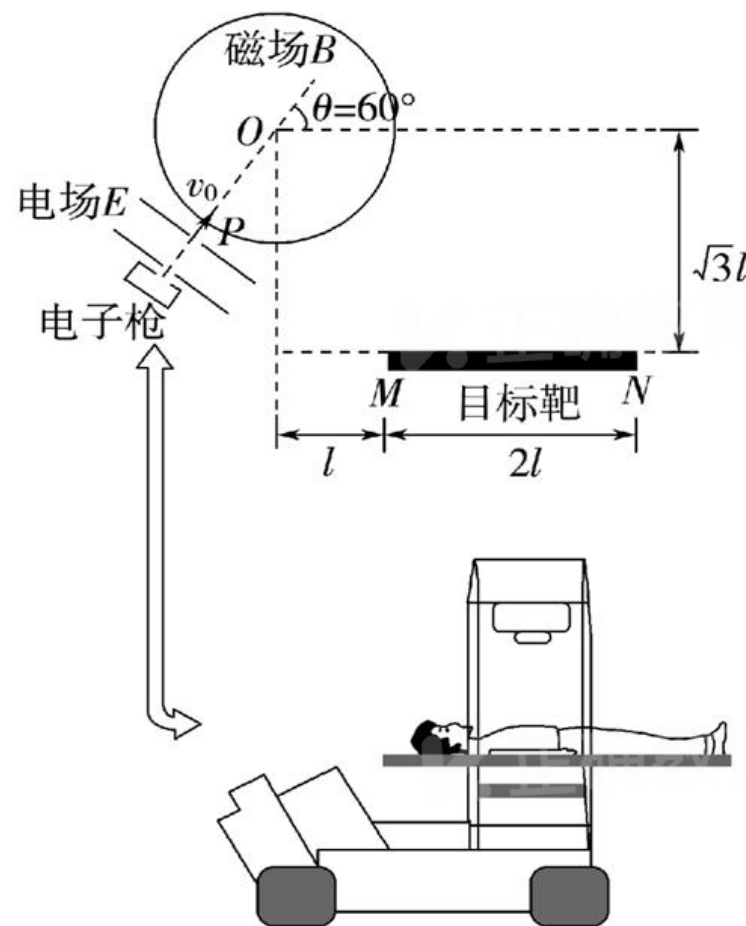
一题多解，
巧思妙解

【例2】（2023·深圳二模）某肿瘤治疗新技术是通过电子撞击目标靶，使目标靶放出X射线，对肿瘤进行准确定位，再进行治疗，其原理如图所示。圆形区域内充满垂直纸面的匀强磁场，磁感应强度为 B 。水平放置的目标靶长为 $2l$ ，靶左端 M 与

磁场圆心 O 的水平距离为 $\sqrt{3}l$ 、竖直距离为 l 。从电子枪逸出的电子（质量为 m 、电荷量为 e ，初速度可以忽略）经匀强电场加速时间 t 后，以速度 v_0 沿 PO 方向射入（ PO 与水平方向夹角为 60° ）恰好击中 M 点，求

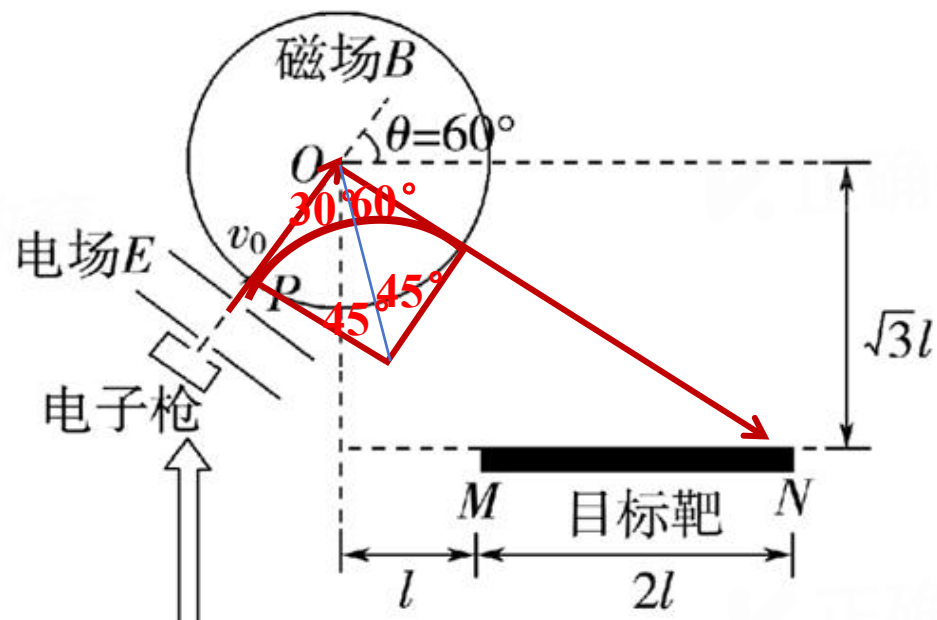
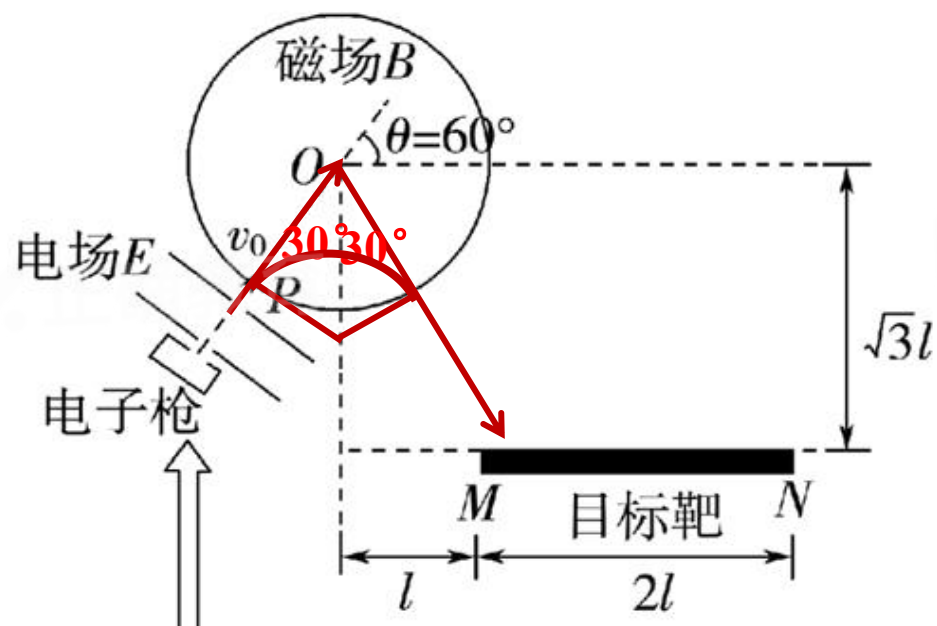
- （1）匀强电场场强的大小；
- （2）匀强磁场方向及电子在磁场中运动的时间；

（3）为保证电子击中目标靶 MN ，匀强电场场强 E 的大小范围（电场极板间距不变）。



一个临界

两个临界



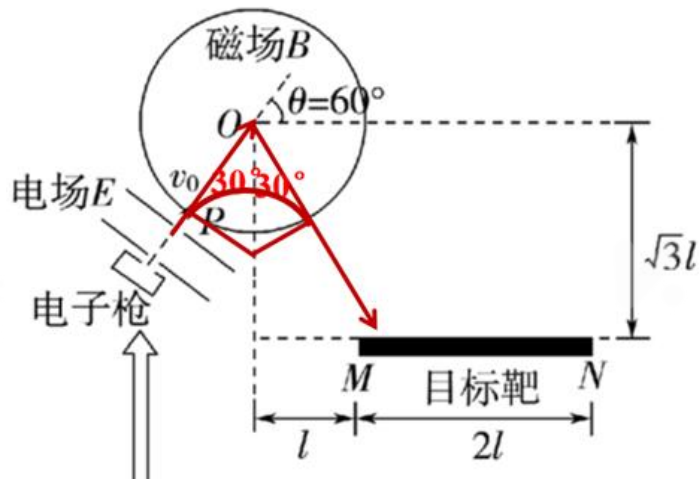
解：（1）电子穿过匀强电场过程中，由动量定理得 $eE_1t = mv_0$

$$\text{解得 } E_1 = \frac{mv_0}{et}$$

（2）由左手定则，判断出匀强磁场的方向为垂直纸面向里，电

子在磁场中运动时满足 $ev_0B = m\frac{v_0^2}{R}$ ， $T = \frac{2\pi R}{v_0}$ ，联立解得 $T = \frac{2\pi m}{eB}$

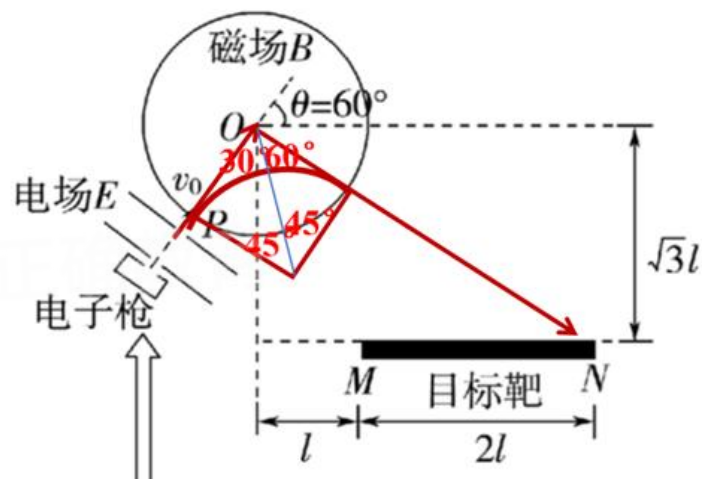
由几何关系可知，电子在磁场中运动时间 $t = \frac{120^\circ}{360^\circ}T = \frac{2\pi m}{3eB}$



(3) 电子击中M点的速度 v_0 ，
在磁场中的偏转半径 $R = \frac{mv_0}{eB}$
匀强磁场区域半径 r ，由几何
关系得 $\tan 30^\circ = \frac{R}{r}$ ，
得： $r = \sqrt{3}R$

极板间距离为 $d = \frac{v_0}{2}t$ 由动能定理得 $eE_2d = \frac{1}{2}mv_1^2$ 解得 $E_2 = \frac{3mv_0}{et}$

则匀强电场场强的范围为 $\frac{mv_0}{et} \leq E \leq \frac{3mv_0}{et}$

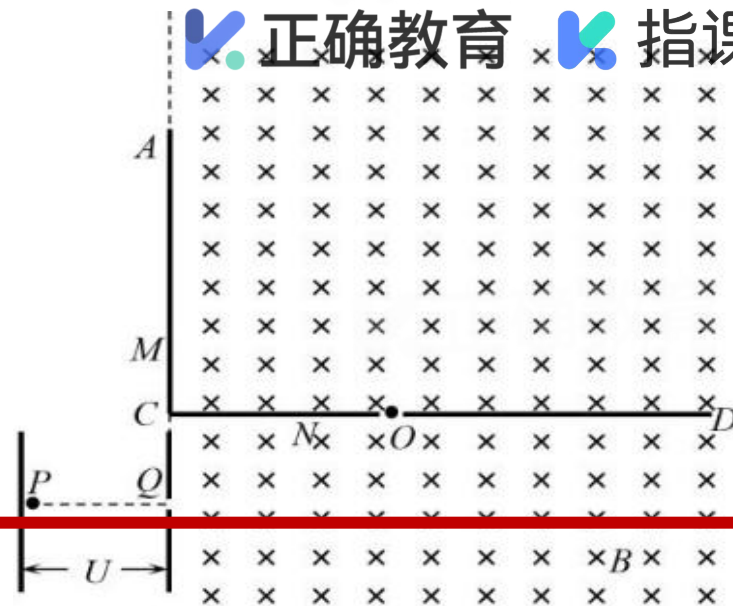


电子击中N点的速度 v_1
由几何关系知电子在磁场偏转
 90° ，偏转半径 $R_1 = r = \sqrt{3}R$
则 $v_1 = \sqrt{3}v_0$

【例2】如图 **“史学性” 功能** 试用高能 α 粒子轰击氮核，**重温卢瑟福的科学探究过程的物理模型**。平行板电容器右板开有小孔 Q ，紧接的右侧区域加磁感应强度方向垂直纸面向里，大小为 B 的匀强磁场。磁场内有一个可上下移动、足够大并开有小孔 O 的 L 型荧光屏 ACD ， $OC=l$ 。在 O 处放置一个静止的氮核，现有一个 α 粒子从电容器左极板附近的 P 点由静止释放后从右板小孔 Q 进入磁场。调节荧光屏的位置，

当 $QC = \frac{1}{2}l$ 时， α 粒子能与 O 点的氮核发生正碰，之后恰好能在荧光屏 AC 上出现亮点 M ，在荧光屏 CD 上出现亮点 N 且

$ON = \frac{7}{18}l$ 。已知 α 粒子质量为 $4m$ ，电荷量为 $2e$ ；氮核质量为 $14m$ ，电荷量为 $7e$ ，打在 M 点的粒子经分析可知其比荷为 $\frac{e}{m}$ ，两核碰撞时间极短，不计粒子重力， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。



- (1) 求平行板电容器间的电压 U ；
- (2) 碰后生成的两个新核分别是什么？

关键性条件

**跨模块
融合**

原、电、力

聚焦考查学生的思维过程和思维方式。引导学生多角度主动思考、深入探究，发现新问题、找到新规律。

(1) 求平行板电容器间的电压 U ;

解: (1) 设 α 粒子在电场中加速后进入磁场时的速度为 v_0 , 由动能定理得:

$$2eU = \frac{1}{2} 4mv_0^2 \quad (2\text{分})$$

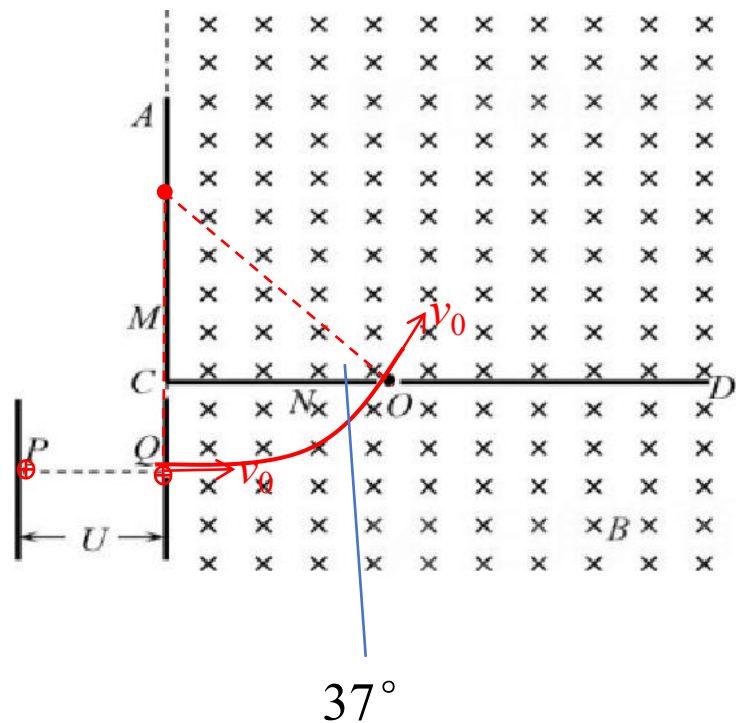
α 粒子进入匀强磁场做匀速圆周运动, 有:

$$2ev_0B = 4m \frac{v_0^2}{r} \quad (2\text{分})$$

由右图结合几何知识, 有

$$r^2 = l^2 + \left(r - \frac{l}{2}\right)^2 \quad (1\text{分})$$

$$\text{解得: } r = \frac{5}{4}l \quad U = \frac{25eB^2l^2}{64m} \quad (1\text{分})$$



(2) 碰后生成的两个新核分别是什么？

(2) α 粒子轰击氮核后生成两个原子核，假设核反

应方程式如下： ${}_2^4\text{He}+{}_7^{14}\text{N}\rightarrow{}_b^a\text{X}+{}_{9-b}^{18-a}\text{Y}$ (1分)

α 粒子与氮核碰撞满足动量守恒，有：

$$4mv_0 = amv_1 + (18-a)mv_2 \quad (1) \quad (1\text{分})$$

X原子核与Y原子核在磁场中均做匀速圆周运动，

$$\text{X原子核有：} bev_1B = am\frac{v_1^2}{r_1} \quad (2) \quad (1\text{分})$$

$$\text{Y原子核：} (9-b)ev_2B = (18-a)m\frac{v_2^2}{r_2} \quad (3) \quad (1\text{分})$$

设X粒子打在M点，Y粒子打在N点，则有：

$$r_1 + r_1 \cos 37^\circ = l \quad r_1 = \frac{5}{9}l \quad (4) \quad (2\text{分})$$

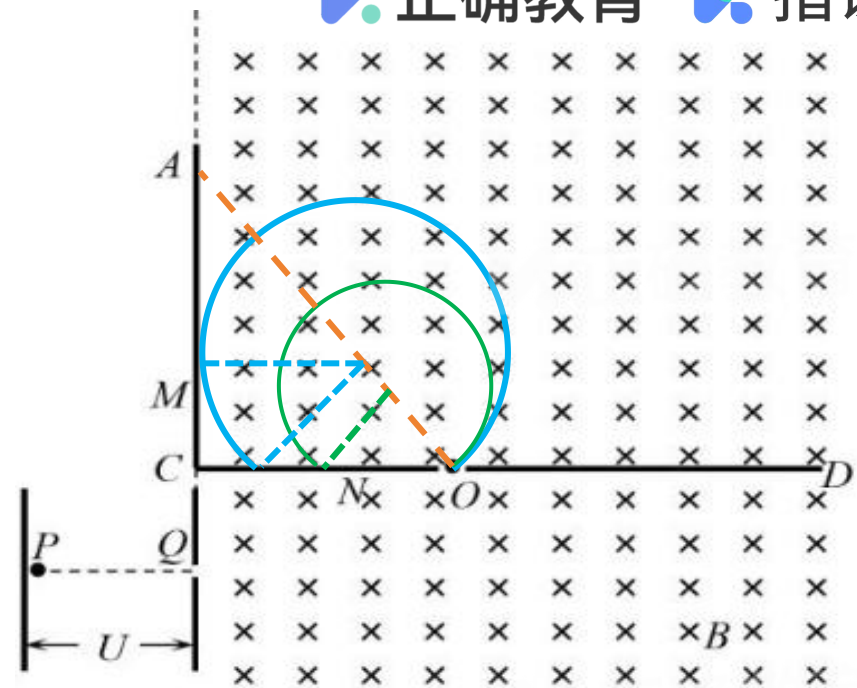
$$2r_2 \cos 37^\circ = \frac{7}{18}l \quad r_2 = \frac{35}{144}l \quad (5) \quad (2\text{分})$$

联立①②③④⑤式，解得： $b=1$

打在M点的粒子比荷为 $\frac{e}{m}$ ，故有 $a=1$ (2分)

因此可知X粒子为 ${}_1^1\text{H}$

Y粒子为 ${}_8^{17}\text{O}$ (1分)



本题建构核在电场加速与在磁场做匀速圆周运动，再与静核碰撞出两新核，两新核又再分别在磁场中做匀速圆周运动的物理模型，还书写核反应方程，运用数学几何知识画图找圆心，寻求圆周运动的半径，数理结合求解新核是什么的思想方法。从“物理知识模块多样性”的角度，把原子物理学与力学、电磁学进行了综合，还渗透“物理史学”，给试题赋予了“人文+物理生命力”。

“学校科技节” 实验情境--虹吸



(1) 筒内的水是如何被抽上去的？

思维品质：语言表达、推理论证、探究发现等。

①筒往上拉升，筒内空气体积变大

②根据等温变化规律，筒内空气压强变小，小于大气压

③气压力差使水从下面上升，达到新气压平衡

【例3】如图为潮汕摇井的情境。开始时活塞封闭气体长度为1m，筒内水的高度为6m。现将活塞缓慢往上拉升1m，已知1m高的水柱压强为 P ，大气压强为 $10P$ ，活塞的横截面积 S ，筒内气体的温度和筒外的水面保持不变，取 $\sqrt{5} \approx 2.24$ ，求

- (2) 筒内的水上升的高度是多少？
- (3) 手柄对活塞增加的拉力是多少？

农民智慧
虹吸原理

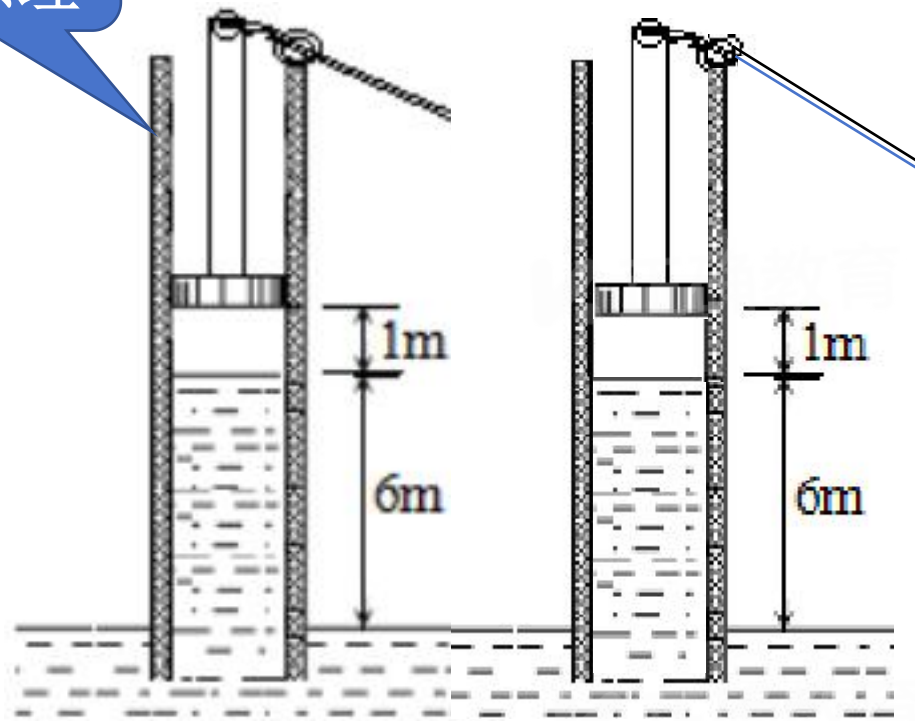
解：(1) 初状态， $P_1 = 10P - 6P = 4P$ ， $V_1 = S$

设活塞往上拉升1m时筒内水面上升高度 x ，
末状态， $P_2 = (4-x)P$ ， $V_2 = (2-x)S$

由玻意耳定律，有： $P_1 V_1 = P_2 V_2$

解得： $x = 0.76\text{m}$

(2) 增加的拉力 $\Delta F = P_1 S - P_2 S = 0.76 PS$



批判思维：空气气压是恒定还是变化的？

怎么变化？

所求要怎么理解？

【变式】如图所示为潮汕摇井的情境。开始时活塞封闭气体的长度为1m，筒内水的高度为6m。现将活塞缓慢往上拉升1m，已知1m高的水柱压强为 P ，大气压强为 $10P$ ，活塞的横截面积 S ，井水的横截面积为 $2S$ ，筒内气体的温度保持不变，取 $\sqrt{2} \approx 1.4$

(2) 筒内的水上升的高度是多少？

(3) 手柄对活塞增加的拉力是多少？

解：(1) 初状态， $P_1 = 10P - 6P = 4P$ ， $V_1 = S$

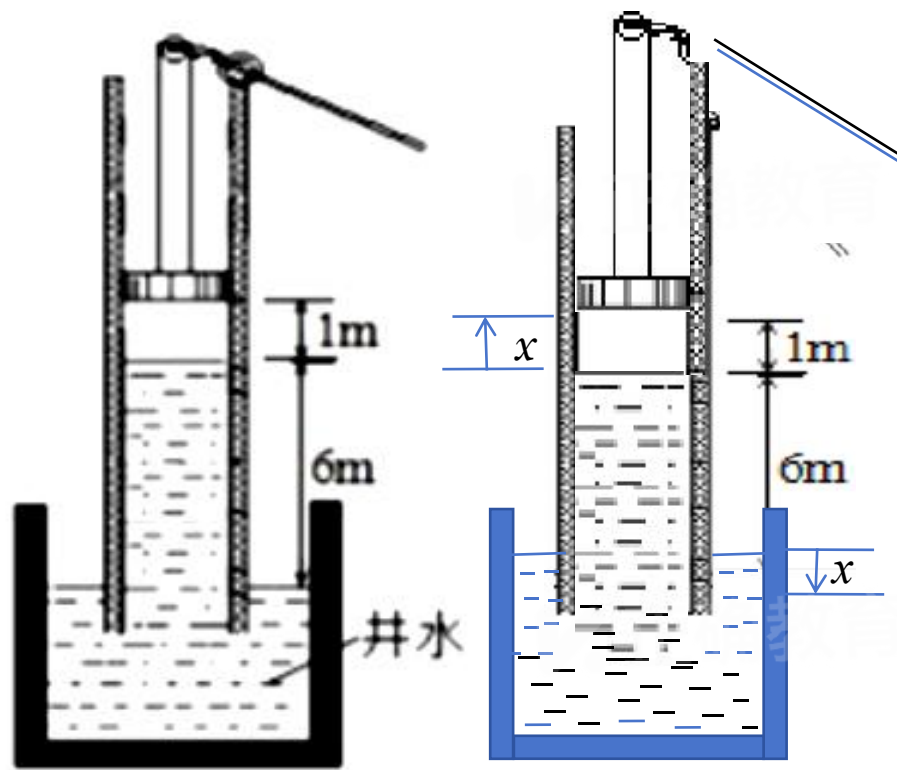
设活塞往上拉升1m时筒内水面上升高度 x ，

末状态， $P_2 = (4 - 2x)P$ ， $V_2 = (2 - x)S$

由玻意耳定律，有： $P_1 V_1 = P_2 V_2$

解得： $x = 0.6\text{m}$

(2) 增加的拉力 $\Delta F = P_1 S - P_2 S = 0.6 PS$



13. (9分) 图13是某铸造原理示意图。往气室注入空气增加压强, 使金属液沿升液管进入已预热的铸型室, 待铸型室内金属液冷却凝固后获得铸件。柱状铸型室通过排气孔与大气相通, 大气压强 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 铸型室底面积 $S_2 = 0.2 \text{ m}^2$, 高度 $h_2 = 0.2 \text{ m}$, 底面与注气前气室内金属液面高度差 $H = 0.15 \text{ m}$ 。柱状气室底面积 $S_1 = 0.8 \text{ m}^2$, 注气前气室内气体压强为 p_0 , 金属液的密度 $\rho = 5.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。重力加速度取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。空气可视为理想气体, 不计升液管的体积。

- (1) 求金属液刚好充满铸型室时, 气室内金属液面下降的高度 h_1 和气室内气体压强 p_1 。
- (2) 若在注气前关闭排气孔使铸型室密封, 且注气过程中铸型室内温度不变, 求注气后铸型室内的金属液高度为 $h_3 = 0.04 \text{ m}$ 时, 气室内气体压强 p_2 。

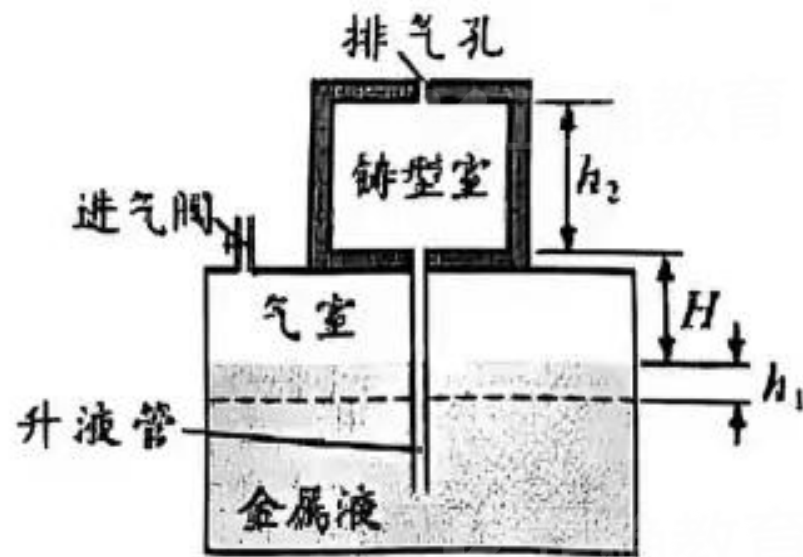


图 13

13题 (9分)

(1) 依题意.

$$h_1 S_1 = h_2 S_2 \quad (1)$$

$$\text{解得: } h_1 = 0.05 \text{ (m)} \quad (2)$$

另法: 对气体:

$$\text{充灌前: } V = S_1 H + S_2 h_2$$

$$\text{充灌后: } V = S_1 (H + h_1)$$

$$\text{求得: } h_1 = 0.05 \text{ (m)}$$

设气室内绝对压强为 P_1 , 则

$$P_1 = P_0 + \rho g (h_1 + H + h_2) \quad (3)$$

$$\text{解得: } P_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ (Pa)} \quad (4)$$

(2) 设注气后铸型盒内绝对压强为 P_3 . 则有:

$$P_3 S_2 (h_2 - h_3) = P_0 S_2 h_2 \quad (5) \quad z'$$

设气室内液面下降高度为 Δh , 则有

$$S_1 \Delta h = S_2 h_3 \quad (6)$$

$$\text{且有: } P_2 = P_3 + \rho g (h_3 + H + \Delta h) \quad (7)$$

$$\text{联立得: } P_2 = 1.35 \times 10^5 \text{ (Pa)} \quad (8)$$

2. 改编题

利用已有题性材料来进行编题，编出的试题叫作**改编题**。

改编题通常有下列**几种方法**：

- (1) **条件改变法**：改变原始题的已知情况、未知情况和物理情景等。
- (2) **设置梯度法**：设计更多的问，便于学生上手。
- (3) **题型转换法**：将原题的题型转换成另一种类型。
- (4) **组合法**：由几道题有机地生成一题。
- (5) **分解法**：将一题拆分成几道题。

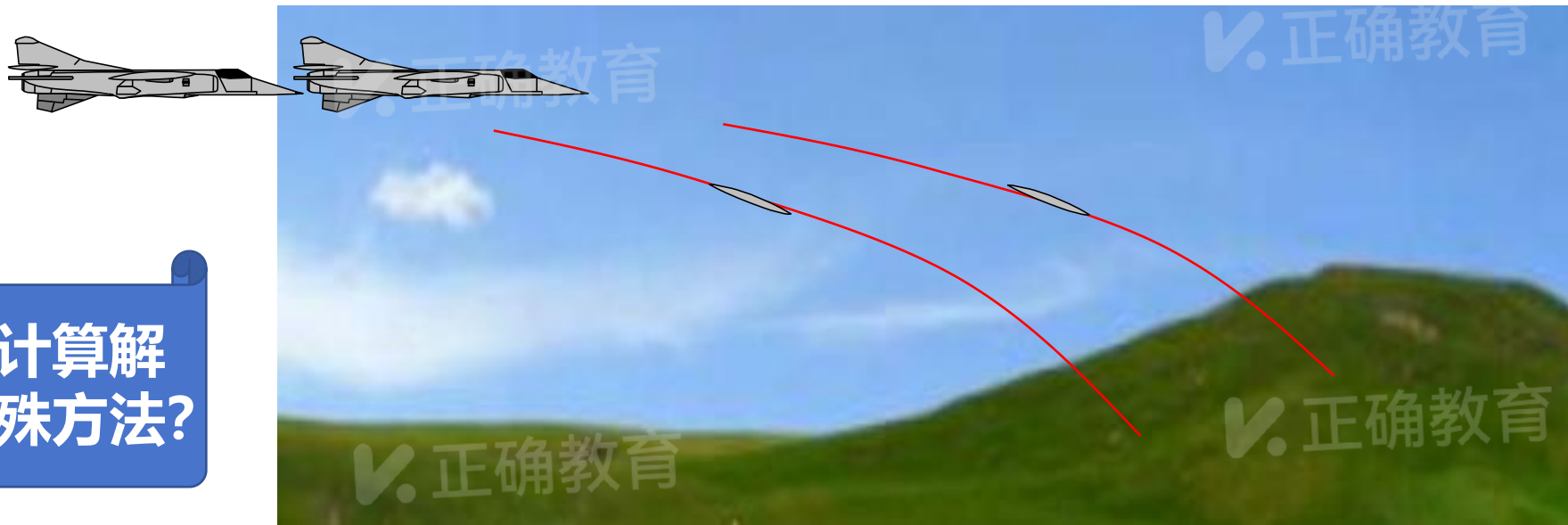
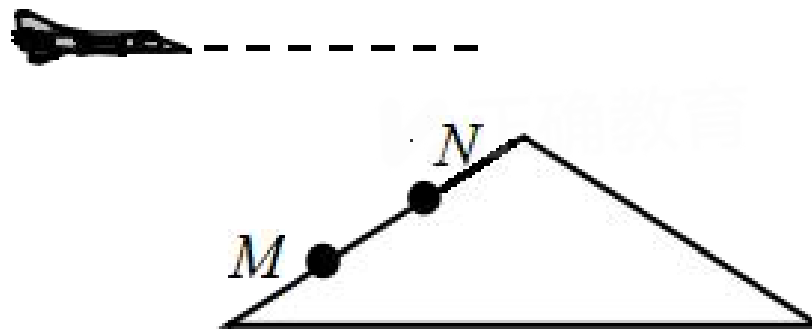
实际编题时上述 **5 种方法不只是单独使用**，往往可能几种方法要**同时使用**。

(1)

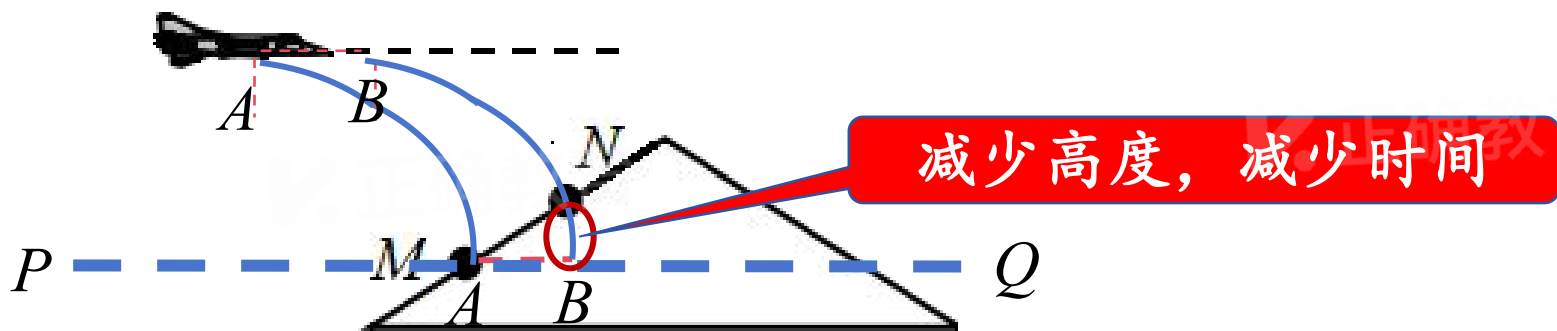
条件改变法

【例4】（18年广州一模，单选）如图，某次空中投弹的军事演习中，战斗机以恒定速度沿水平方向飞行，先后释放两颗炸弹，分别击中山坡上的 M 点和 N 点。释放两颗炸弹的时间间隔为 Δt_1 ，击中 M 、 N 的时间间隔为 Δt_2 ，不计空气阻力，则

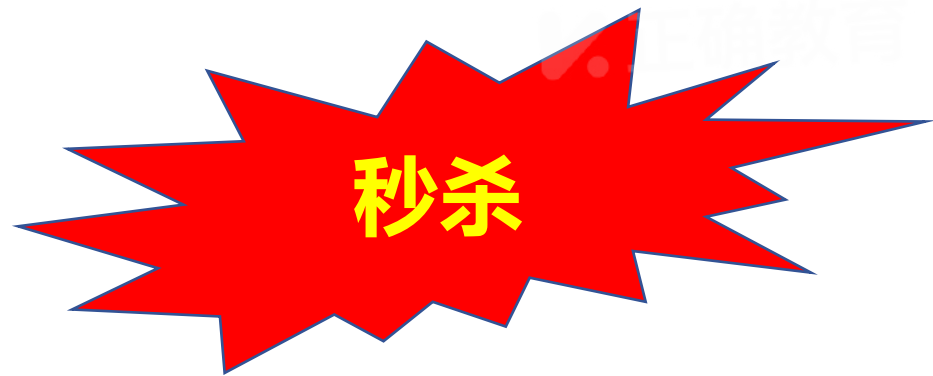
- A. $\Delta t_2 = 0$
- B. $\Delta t_2 < \Delta t_1$
- C. $\Delta t_2 = \Delta t_1$
- D. $\Delta t_2 > \Delta t_1$



本题是不是由列式计算解答的？采用什么特殊方法？

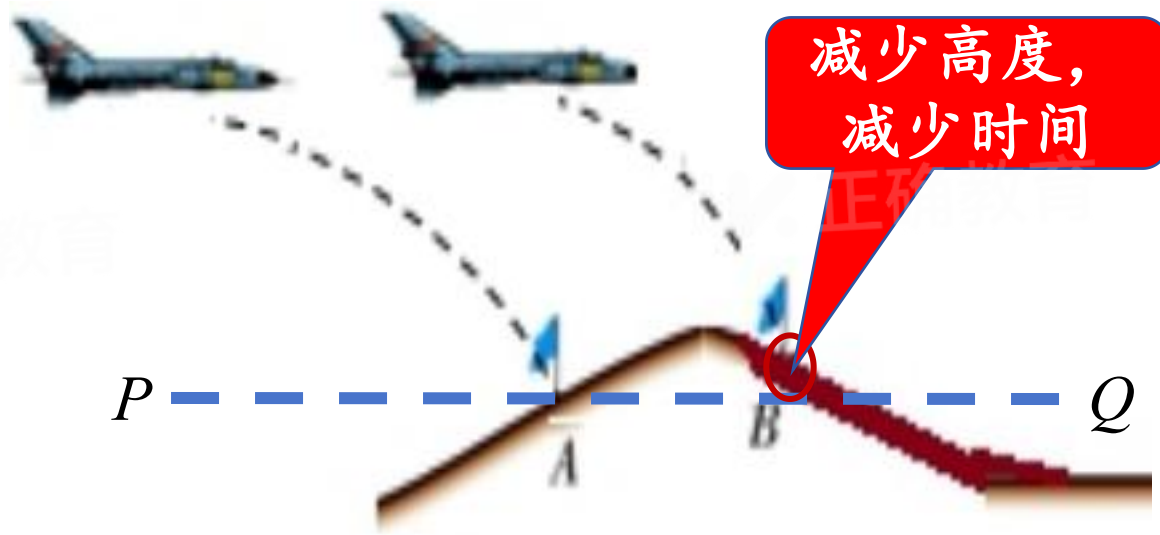


假设法： 由于炸弹在水平方向做匀速直线运动， A 、 B 两颗炸弹释放的时间差投在同一水平线 PQ 上是不变的，因斜面把 B 炸弹先阻挡，时间自然减少了，所以 $\Delta t_2 < \Delta t_1$ ，**B** 项正确。



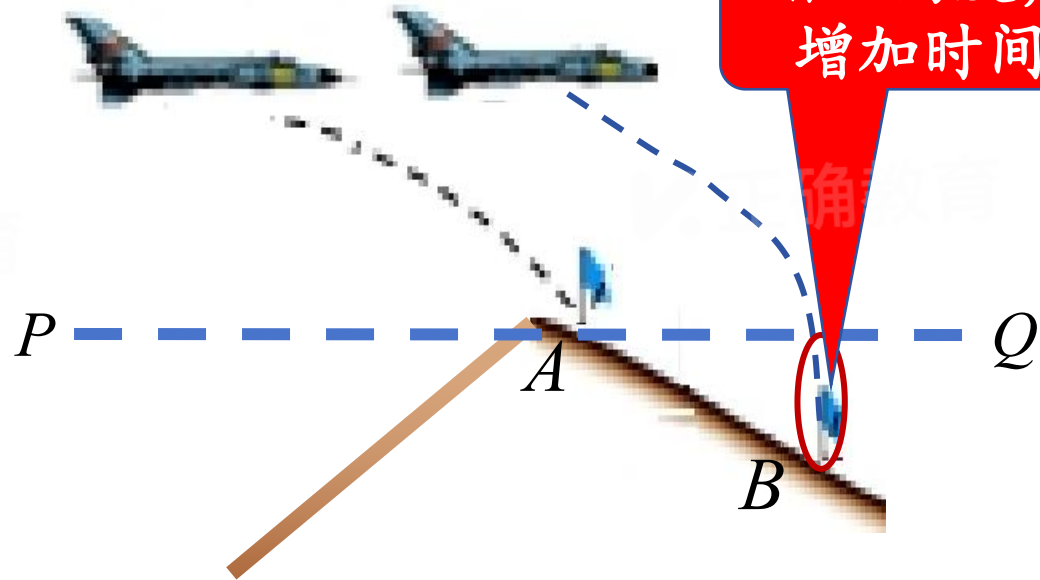
【改题1】（单选）如图，某次空中投弹的军事演习中，战斗机以恒定速度沿水平方向飞行，先后释放两颗炸弹，分别击中山上的 A 点和 B 点， B 点比 A 点高些。释放两颗炸弹的时间间隔为 Δt_1 ，击中 A 、 B 的时间间隔为 Δt_2 ，不计空气阻力，下列说法正确的是（**B**）

- A. $\Delta t_2 = 0$
- B. $\Delta t_2 < \Delta t_1$
- C. $\Delta t_2 = \Delta t_1$
- D. $\Delta t_2 > \Delta t_1$



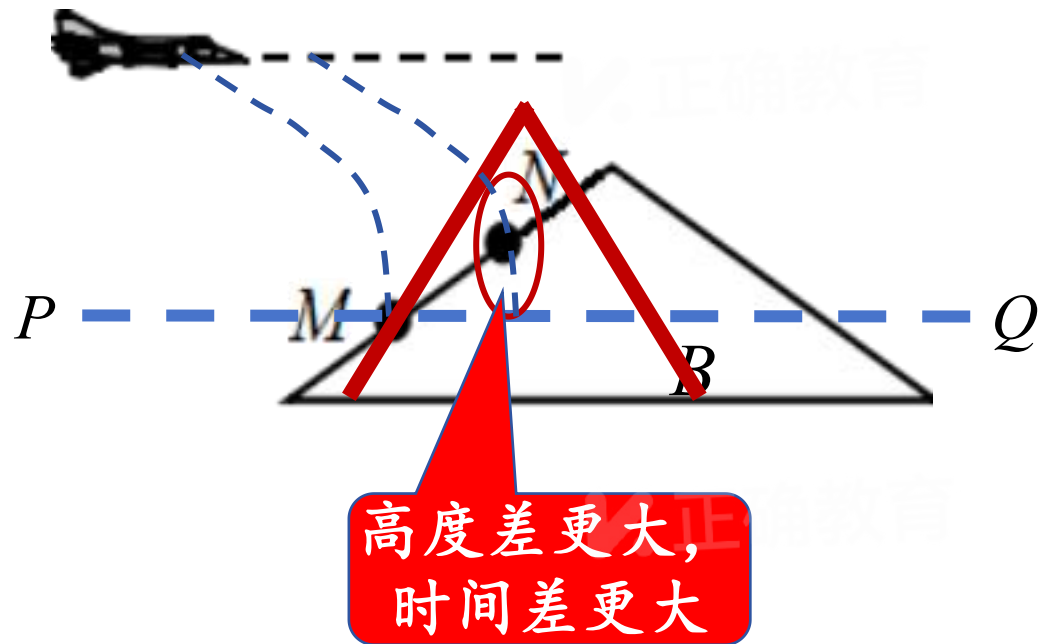
【改题2】（单选）如图，某次空中投弹的军事演习中，战斗机以恒定速度沿水平方向飞行，先后释放两颗炸弹，分别击中山上的 A 点和 B 点， B 点比 A 点高些。释放两颗炸弹的时间间隔为 Δt_1 ，击中 A 、 B 的时间间隔为 Δt_2 ，不计空气阻力，下列说法正确的是（**D**）

- A. $\Delta t_2 = 0$
- B. $\Delta t_2 < \Delta t_1$
- C. $\Delta t_2 = \Delta t_1$
- D. $\Delta t_2 > \Delta t_1$



【改题3】（多选）如图，某次空中投弹的军事演习中，战斗机以恒定速度沿水平方向飞行，先后释放两颗炸弹，分别击中山坡上的 M 点和 N 点。释放两颗炸弹的时间间隔为 Δt_1 ，击中 M 、 N 的时间间隔为 Δt_2 ，不计空气阻力，下列说法正确的是（ **AC** ）

- A. $\Delta t_2 < \Delta t_1$
- B. $\Delta t_2 > \Delta t_1$
- C. 山坡倾角越大， Δt_2 越大
- D. 山坡倾角越大， Δt_2 越小

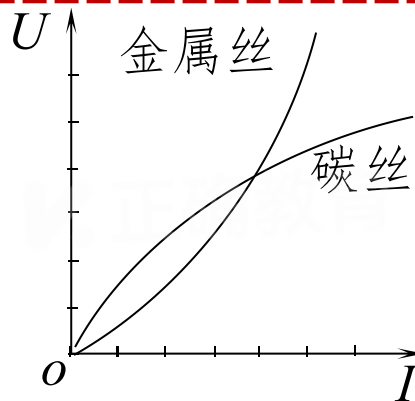


【例5】（原题，单选）大家知道，导体的电阻与温度有关，对于金属，温度升高时电阻增大，而碳的电阻则随温度的升高而减小。如果有两个额定电压220V和额定功率40W的灯泡，一个是金属丝的，另一个是碳丝的，那么，把它们串联起来接到220V的电源上时，关于灯泡灯丝灼热情况描述正确的是

- A. 金属丝灼热得厉害些
- B. 碳丝灼热得厉害些
- C. 两灯丝灼热得一样厉害
- D. 灼热情况无法判断

【改编题】（单选）有两个额定电压220V和额定功率40W的灯泡，一个是金属丝的，另一个是碳丝的。由于它们的电阻与温度有关，所以它们的 $U \sim I$ 图线不是直线，而是曲线（如图）。如果把它们串联起来接到220伏特的电源上，关于两灯泡的发光情况，下列叙述中正确的是

- A. 金属丝灯泡比碳丝灯泡亮些
- B. 碳丝灯泡比金属丝灯泡亮些
- C. 两灯一样亮。
- D. 无法判断那一个灯更亮



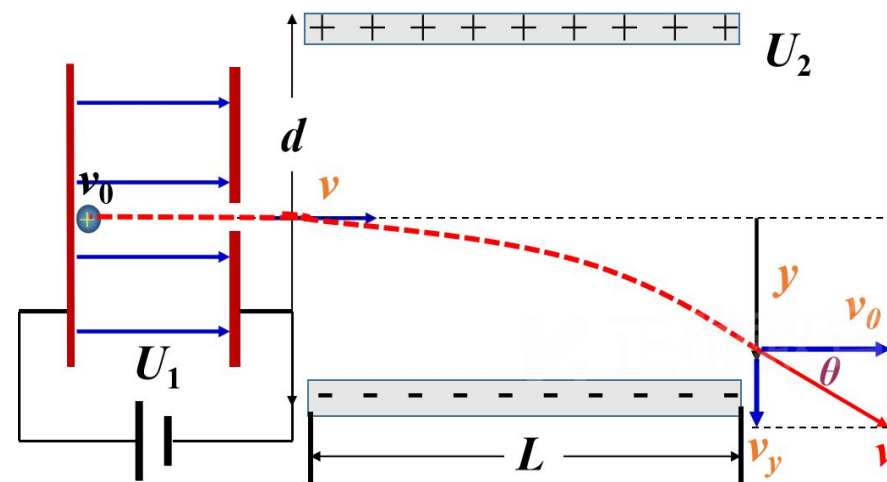
说明：原题中电阻随温度变化是告知的，改编题中电阻随温度变化不再直接告知，而是间接以图像形式，改编后要通过图像提取和加工信息，提高了难度。。

【例6】如图，一个质量为 m 、电量为 q 的电荷（不计重力）先经加速电压为 U_1 加速后，垂直进入极板长为 L ，两板间距为 d ，电压为 U_2 的偏转电场，最后射出电场。求

(1) 电荷在离开电场时的偏移量 y 的大小；

(2) 电荷穿出偏转电场时的偏转角 θ 的正切

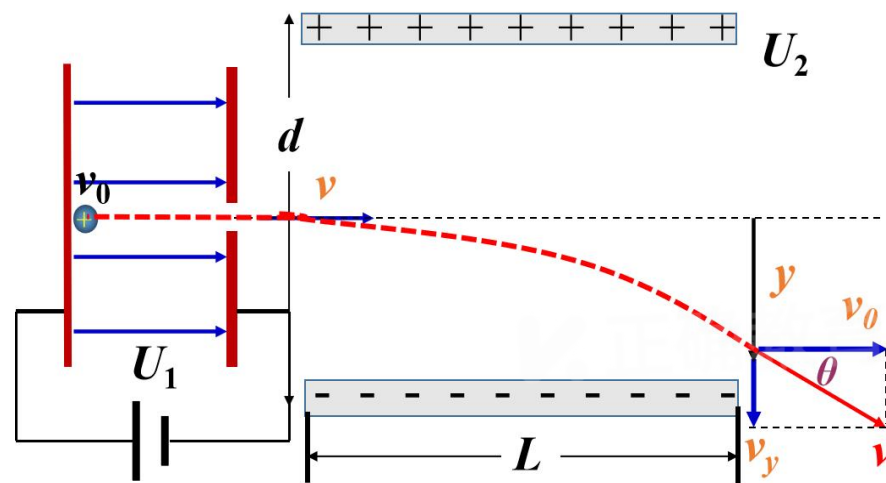
$\tan\theta$ 的大小。



对于初学“带电粒子在匀强电场中的运动”的学生来说，缺少了一些提示，学生思考会受到影响，会比较困难，因此，可分为带电粒子在加速电场的情况去设计小问，在偏转电场中的受力情况、运动情况去设计小问。

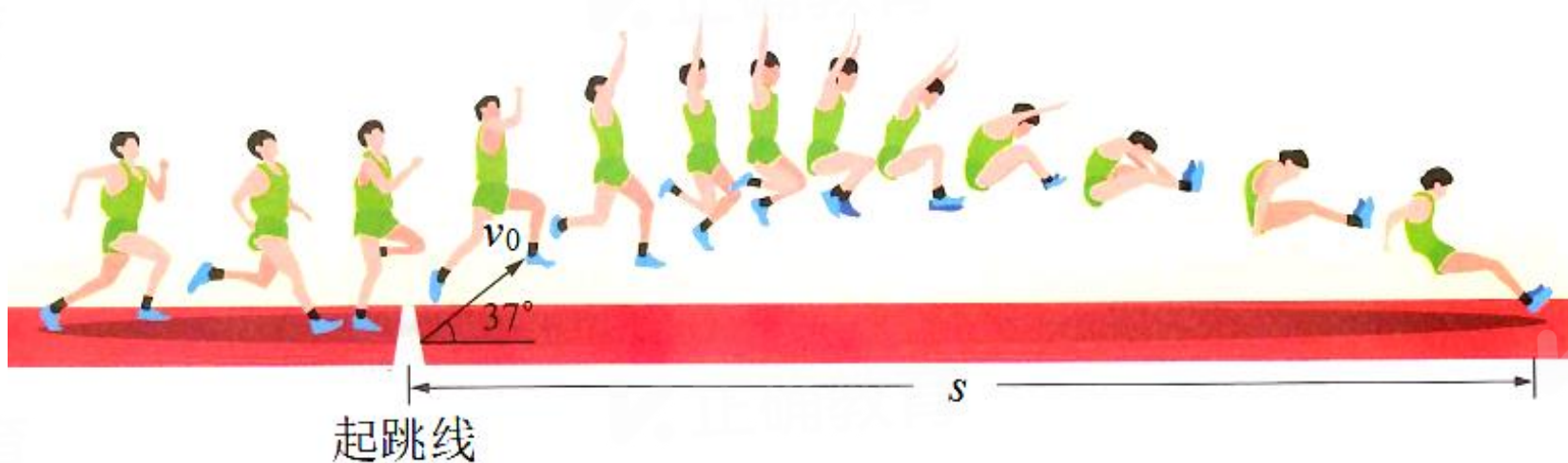
【改编】如图，一个质量为 m 、电量为 q 的电荷（不计重力）先经加速电压为 U_1 加速后，垂直进入极板长为 L ，两板间距为 d ，电压为 U_2 的偏转电场，最后射出电场。求

- (1) 电荷刚进入偏转电场时的速度 v ;
- (2) 电荷在偏转电场中的运动时间 t ;
- (3) 电荷在偏转电场中加速度 a 的大小;
- (4) 电荷在离开电场时的偏移量 y 的大小;
- (5) 电荷穿出偏转电场时在竖直方向上分速度 v_y 的大小;
- (6) 电荷穿出偏转电场时的偏转角 θ 的正切 $\tan\theta$ 的大小.

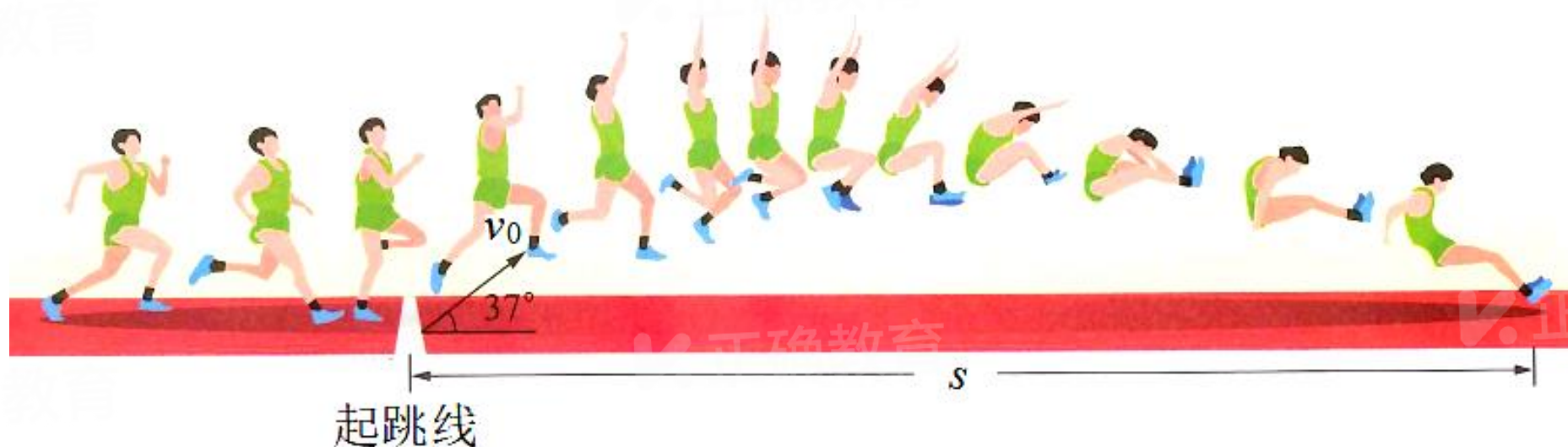


【例7】（多选）如图，在校运会上，一可视为质点的选手在加速起跑后，以仰角 $\alpha = 37^\circ$ 、速度大小为 $v_0 = 8\text{m/s}$ 从起跳线跃出。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计空气阻力，一学习小组作了如下的分析和计算，正确的是

- A. 该选手的跳远成绩为 6.144m
- B. 如果速度不变，仰角适当增加，则成绩可能更好
- C. 如果仰角不变，速度增加5%，则成绩也增加5%
- D. 如果比赛地改在重力加速度小另一所学校，以同样的速度起跳，则成绩将更好



【改编题】如图，在**学校运动会**上，一可视为质点的选手在加速起跑后，以仰角 37° 、速度 $v_0 = 8 \text{ m/s}$ 从起跳线跃出。已知 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力。

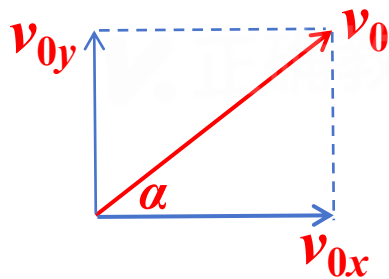


- (1) 该选手的跳远成绩 s 等于多少米？
- (2) 如果初速度 v_0 大小不变，仰角增加到多少度，成绩最好？
- (3) 如果仰角不变，初速度 v_0 大小增加5%，则成绩会增加多少？
- (4) 如果比赛在**西藏高原**某一学校上，其他条件不变，则跳远成绩更_____。
- (5) 那如果比赛可以到**月球表面**上，其他条件不变，则跳远成绩更_____。

(1) 该选手的跳远成绩 s 等于多少米?

解题思路:

(1) [1]初速度分解 $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$



[2]竖直方向上, 起跳到最高点做竖直上抛运动, 时间

$$t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

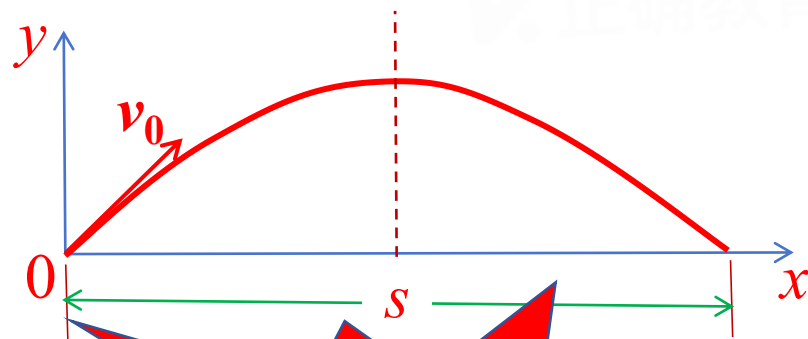
[3]把斜抛分解为向前、向后的两个平抛运动, 根据对称性, 全程时间

$$t' = 2t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

[4]水平方向上, 水平位移的表达式为:

$$s = v_{0x} \cdot t' = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

[5]代入已知数字, 得跳远成绩 $s = 6.144 \text{ m}$



你跳多少米?
要坚持锻炼!

(2) 如果初速度 v_0 大小不变，仰角增加到多少度，成绩最好？

(2) 根据跳远成绩 s 的表达式 $s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$ ，

当 $\alpha = 45^\circ$ 时， $\sin 2\alpha = 1$ 为最大值，即跳远成绩最好。

(3) 如果仰角不变，初速度 v_0 大小增加5%，则成绩增加多少？

(3) 根据跳远成绩 s 的表达式 $s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$ ，

速度 v_0 增加5%，代入计算得跳远成绩增加10.25%。

(4) 如果比赛在西藏高原某一学校上，其他条件不变，则跳远成绩更_____。

(5) 那如果比赛可以到月球表面上，其他条件不变，则跳远成绩更_____。

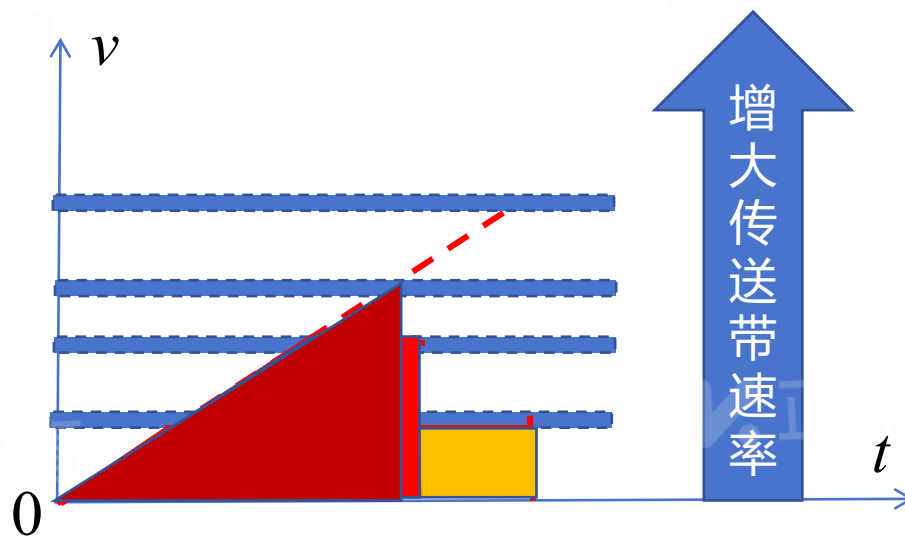
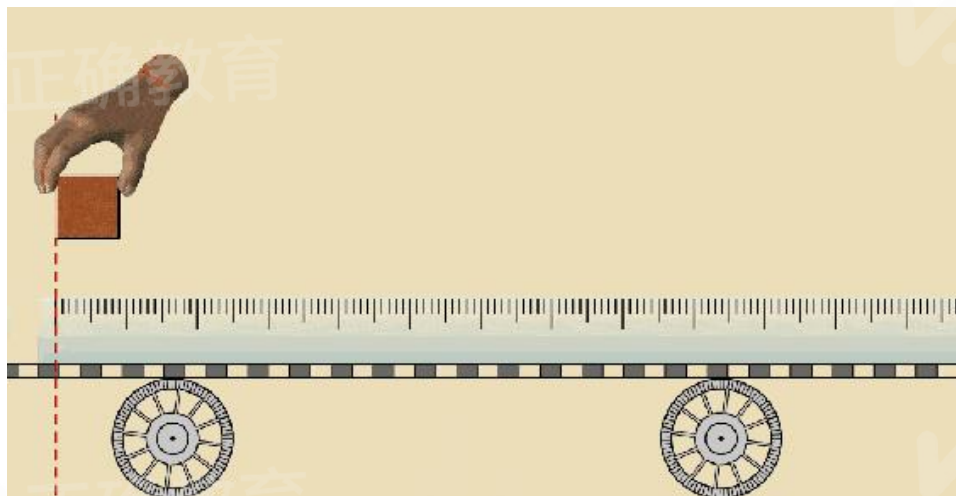
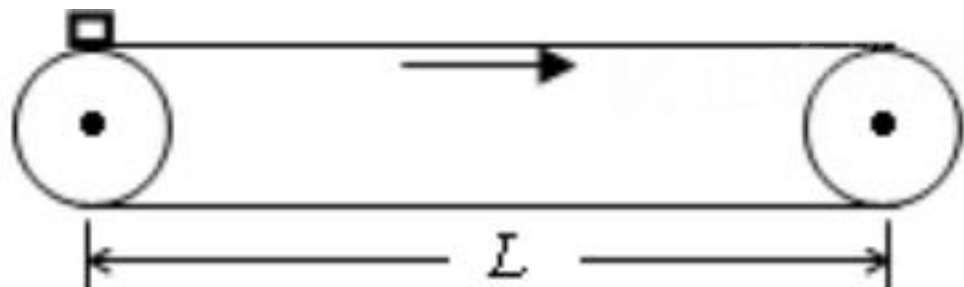
(4) (5) 因西藏高原、月球表面重力加速度比地球小，由跳远成绩 s 的表达式 $s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$ 可知，跳远的成绩将好。

要判断准

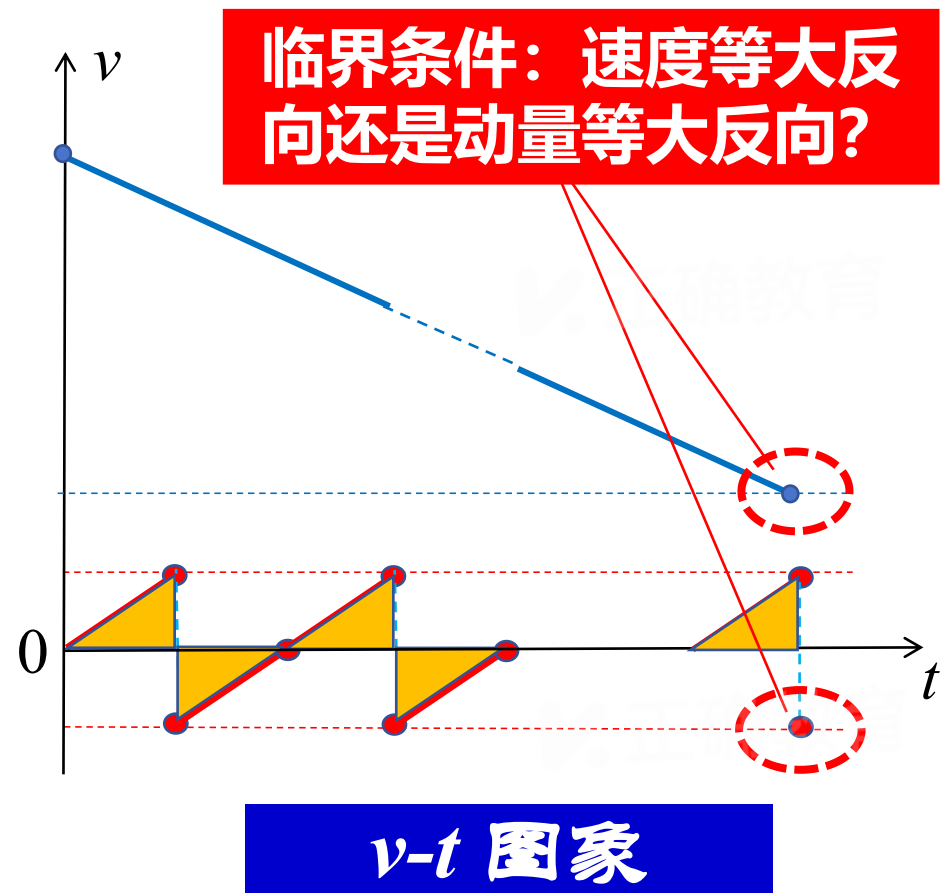
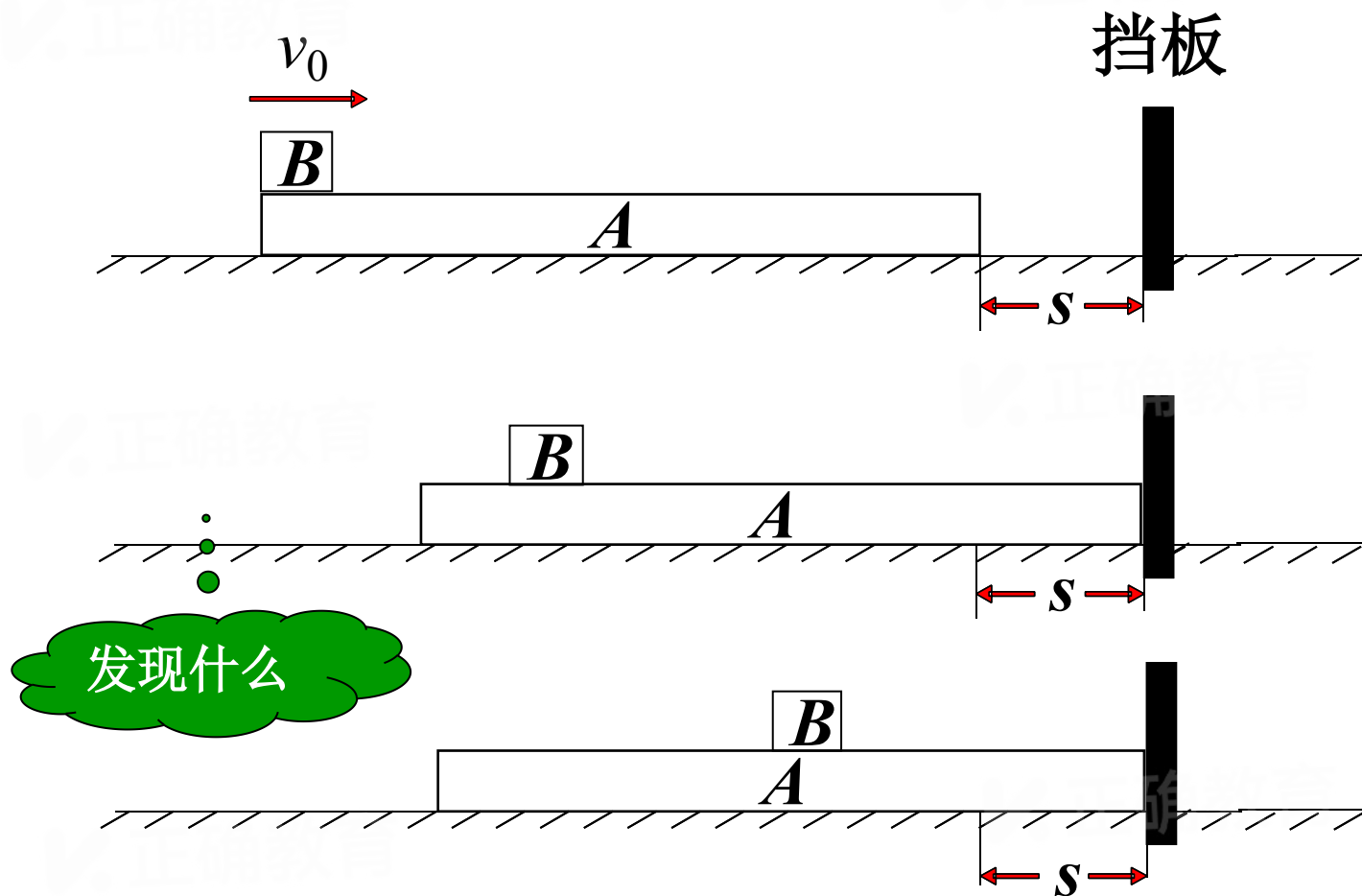
利用物理知识和科学方法推导表达式，以该式对多种不同条件进行讨论确定结果，是教育部对于命题要重视“考查思维品质”的一个要求。

(4)

【题1】如图，长 $L=2.5\text{ m}$ 的水平传送带，保持顺时针匀速转动，在其左端轻轻放下一质量为 $m=2\text{ kg}$ 的滑块（视为质点），已知滑块与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。为使滑块以最短的时间到达传送带的右端，传送带至少要以多大速率转动？



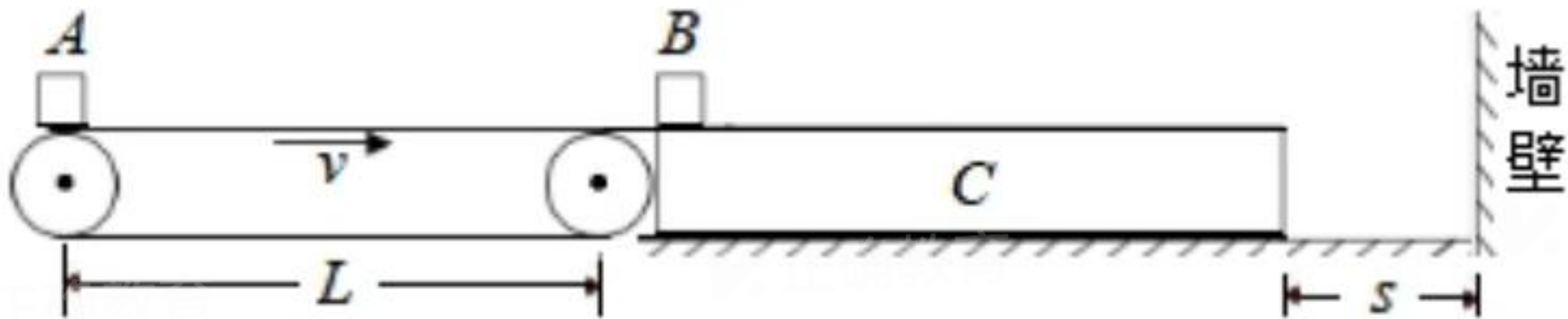
【题2】如图，足够长的木板 A 静止在光滑水平面上，物体 B 以初速度 $v_0 = 5\text{m/s}$ 从 A 左端滑上表面，在 B 右端某处固定一挡板，挡板跟 A 的右端距离设为 s ， A 与挡板碰撞后等速率反弹。已知 A 的质量 $M = 5\text{kg}$ ， B 的质量 $m = 4\text{kg}$ ， A 、 B 间动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。假设最后一次碰撞双方仍未共速，试确定 A 与挡板碰撞次数 n 与 s 的关系式，并计算当 $s = 0.05\text{m}$ 时的碰撞次数。



【例8】如图，长 $L=10\text{m}$ 的传送带右端与放置在光滑水平地面上质量 $M=5\text{kg}$ 的足够长的木板 C 的左端架一长度不计光滑水平板，使传送的物块可滑上 C 左端； C 左端上表面先放置一质量 $m=2\text{kg}$ 的物块 B ， C 右端与墙壁的距离为 s 。保持传送带顺时针匀速转动，在其左端轻轻放下一质量 $m=2\text{kg}$ 的物块 A ， A 与 B 碰撞时间极短且合为一体 P 。已知 A 、 B 都视为质点， A 与传送带间的动摩擦因数 $\mu_1=0.5$ ， P 与 C 间的动摩擦因数 $\mu_2=0.2$ ，重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 为使 A 以最短时间到达传送带的右端，则传送带向右速率 v 至少要多大？

(2) 当 C 与墙壁碰后以原速率返回，在第 (1) 问的基础上， s 取什么值时， C 与墙壁恰好碰撞 2 次？



(2) 当 C 与墙壁碰后以原速率返回，在第(1)问的基础上， s 取什么值时， C 与墙壁恰好碰撞2次？

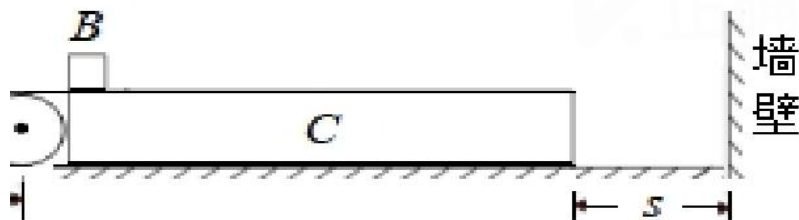
问题一：滑板能碰撞到传送带吗？

问题二：采用以上解法时有那点要变化？

问题三：还有什么解答方法？

问题四：你平时常采用什么方法？





(2) 解法二

若 C 与墙壁第一次碰撞前 P 与 C 共速, 则由于 $M > 2m$, C 原速率返回后系统总动量向左, P 与 C 最终共速向左运动, C 不会与墙壁碰撞 2 次, 故 C 第一次碰撞时未与 P 共速。则碰前 C 向右做匀加速直线运动、碰后向左做匀减速直线运动, 且加速度相同, 故 C 向左最远只能运动至原位置。只要 C 与墙壁碰撞, 则以上运动规律均相同。最后一次碰撞后, 想要 C 不再与墙壁碰撞, 则碰后 P 与 C 系统总动量不能向右。 C 与墙壁恰好只碰 2 次, 因此有:

C 与墙第一次碰撞前瞬间: $p_{\Xi 0} = mv = 2mv_{P1} + Mv_{C1}$

C 与墙第一次碰撞后瞬间: $p_{\Xi 1} = 2mv_{P1} - Mv_{C1} > 0$

C 与墙第二次碰撞前瞬间: $p_{\Xi 1} = 2mv_{P1} - Mv_{C1} = 2mv_{P2} + Mv_{C2}$

C 与墙第二次碰撞后瞬间: $p_{\Xi 2} = 2mv_{P2} - Mv_{C2} = 0$

C 在第一次碰后至第二次碰前过程中, 先向左做匀减速直线运动, 再向右做匀加速直线运动, 加速度相同, 位移相同,

故两个时刻的速度大小相等, 有 $v_{C1} = v_{C2}$

$$\mu_2 \cdot 2mgs = \frac{1}{2} Mv_{C1}^2$$

联立以上公式解得: $s = \frac{1}{3.2} \text{m} = 0.3125 \text{m}$

体现解题的开放性思想

原题：粤教版选择性必修第二册P24页“练习”第3题

3. 磁流体发电是一项新兴技术，它可以把物体的内能直接转化为电能，如图1-4-12所示是其原理示意图. 平行金属板 A 、 B 之间有一个很强的磁场，将一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量正、负带电粒子）射入磁场， A 、 B 两板间便产生电压. 如果把 A 、 B 板和用电器连接， A 、 B 板相当于一个直流电源的两个电极.

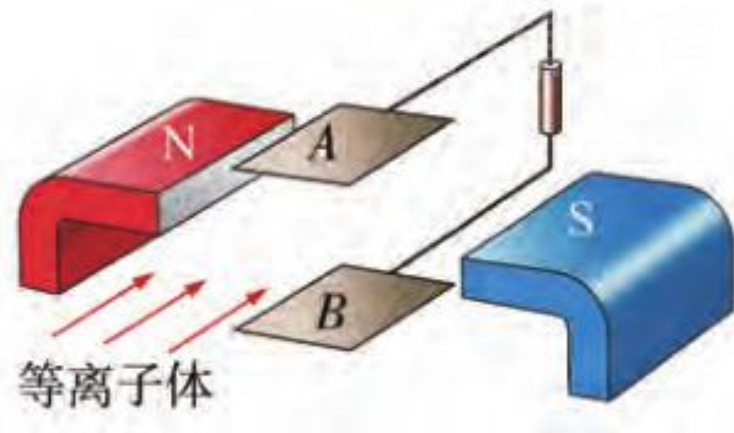
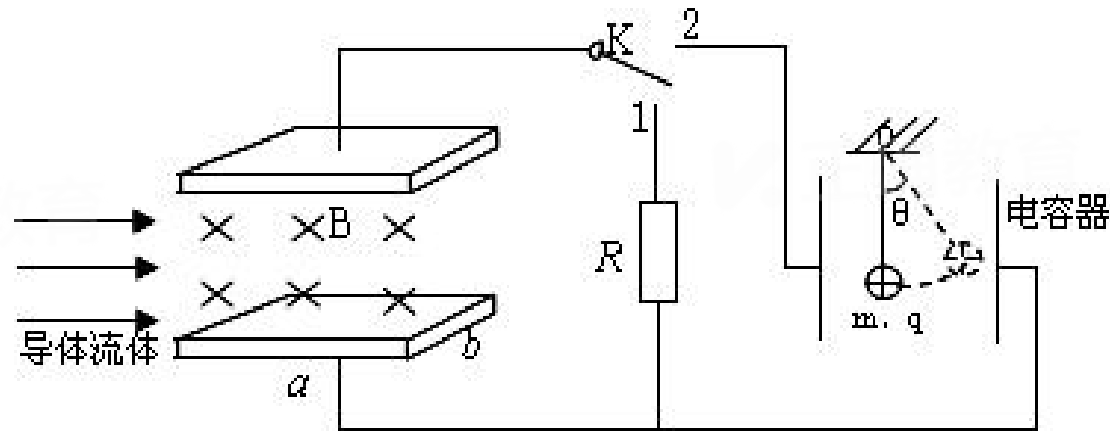


图1-4-12

(1) 图中 A 、 B 板哪一个是发电机的正极？

(2) 若 A 、 B 两板间距为 d ，板间的磁场可视为匀强磁场，磁感应强度为 B ，等离子体以速率 v 沿垂直于磁场的方向射入磁场，则该发电机的电动势是多少？

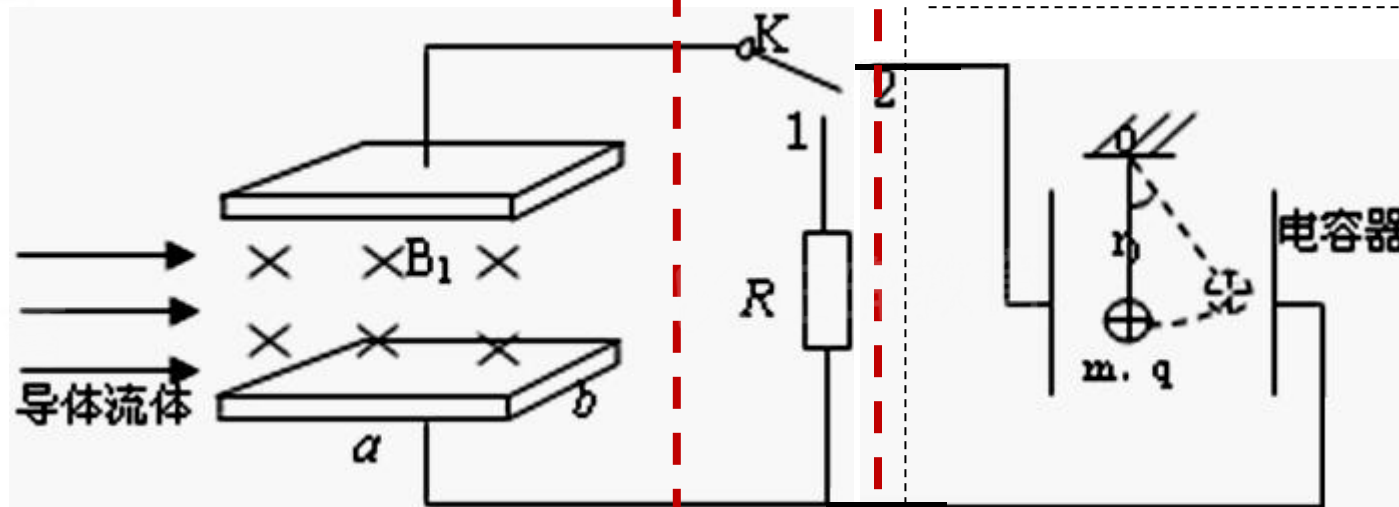
改编题：图中磁流体发电机的两块金属板的长度均为 a ，宽度均为 b ，金属板平行且正对放置，间距为 d ，其间有垂直纸面向里、磁感强度为 B 的匀强磁场，导电流体的匀流速为 v 、电阻率为 ρ ，负载电阻的阻值为 R 。导电流体从一侧沿垂



直磁场且与金属板平行的方向进入两板间，当开关 K 拨在1时，磁流体发电机对负载电阻供电；当开关拨在2时，磁流体发电机给平行板电容器充电，电容器间一个品质为 m 、电量为 q 的悬吊带电小球在电场力作用下从竖直位置向右偏摆的最大角度为 θ 。求：

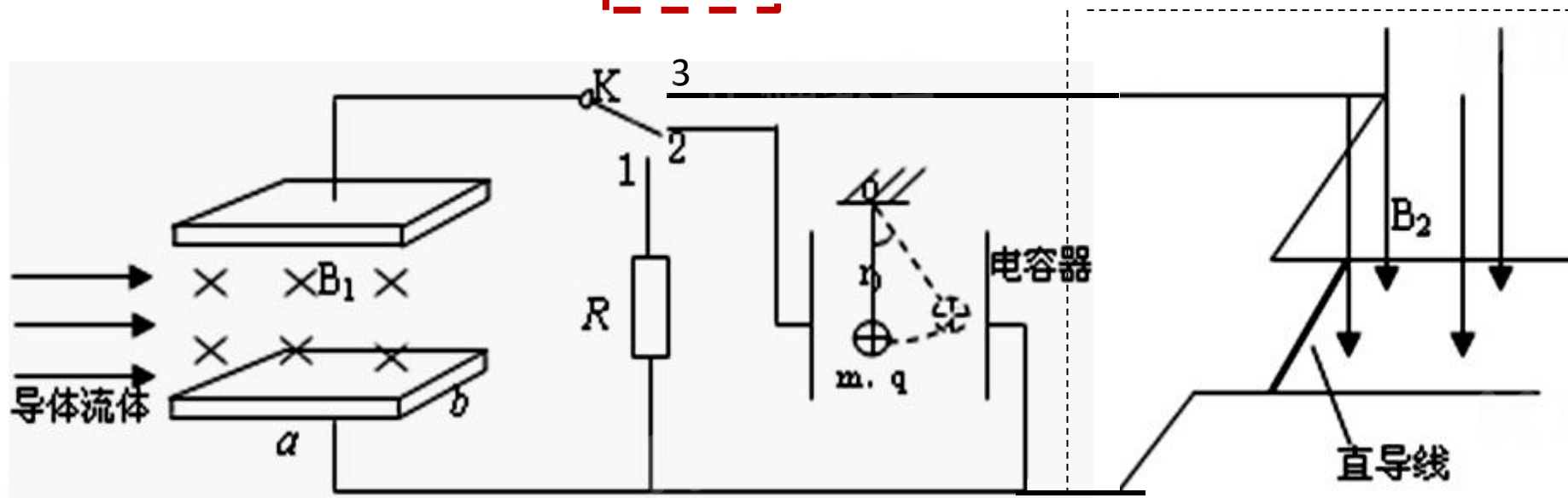
- (1)当开关 K 拨在1时，负载电阻得到的电压；
- (2)电容器极板之间的距离 S 。

制图过程



第一步，加开关

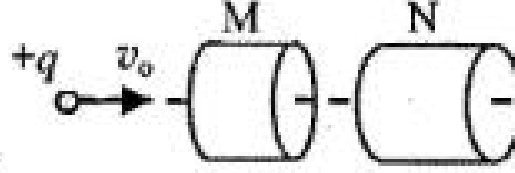
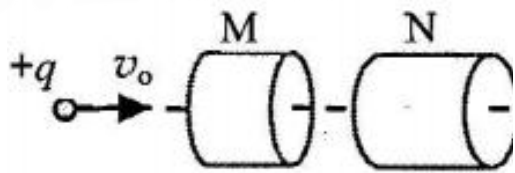
第二步，延展（加电场、加单摆）



必要的话，第三步，再延展（加磁场、加切割磁感线）

【原创题】如图为**直线加速器**的一部分及偏转电场，金属圆筒 M 、 N 接在电压为 U_1 、一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子（不计重力），以初速度 v_0 进入 M 左侧小孔，离开 N 的右侧之后，进入电压为 U_2 、长度与高度均为 L 的偏转电场中，最后从右侧离开电场，求

- (1) 进入偏转电场时的速度 v 的大小；
- (2) 离开偏转电场时的竖直位移 y 的大小。



符号

比如，对于宇宙航行，地球半径写为 R ，地球卫星轨道半径写为 r 。不能颠倒。

数据

比如，汽车质量一般为几吨；功率一般为几千瓦；
电场强度不能太小，一般为几百甚至几千伏每米；
磁感应强度不能太大，一般为1特以内。

(四)

实物图的选用问题

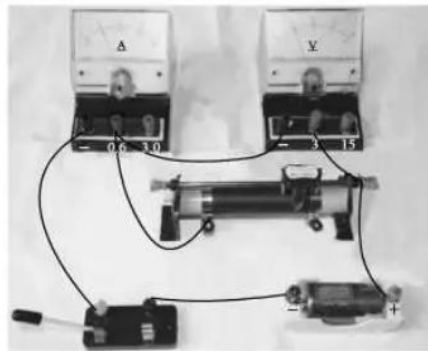
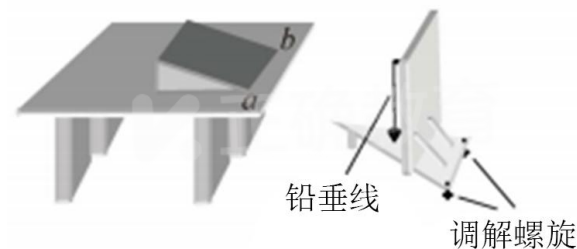
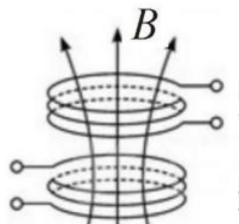


图 1

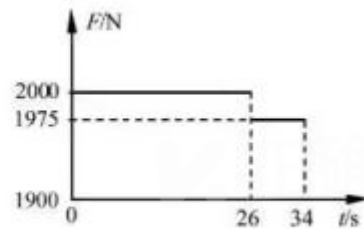


图 2

建议：与试题解答相关性不强的实物图不要贴上去占用空间

谢谢大家！

2025. 10. 11