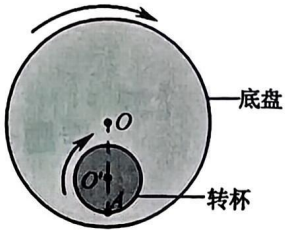
专题一　力学

第1单元　机械运动与物理模型

1.(2025年第4题)游乐设施“旋转杯”的底盘和转杯分别以O、O'为转轴,在水平面内沿顺时针方向匀速转动,O'固定在底盘上.某时刻转杯转到如图所示位置,杯上A点与O、O'恰好在同一条直线上.则



(A)A点做匀速圆周运动　　(B)O'点做匀速圆周运动

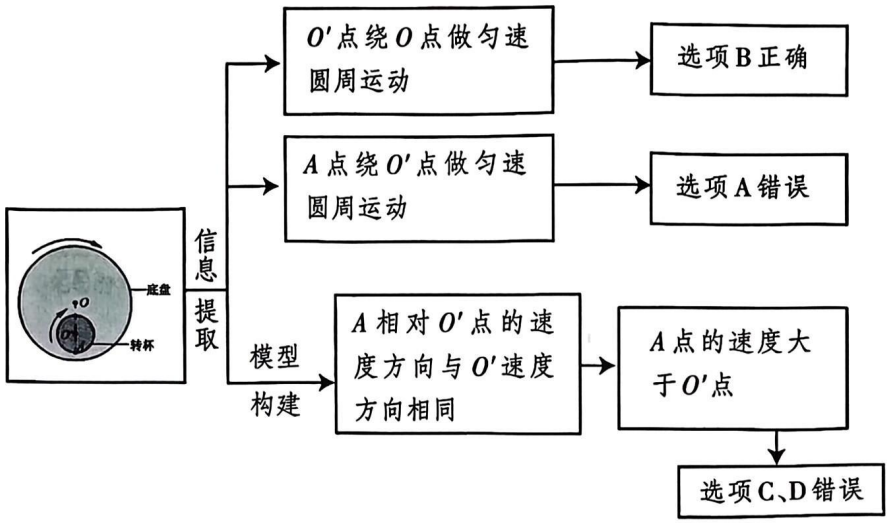
(C)此时A点的速度小于O'点　　(D)此时A点的速度等于O'点

【试题立意】

本题以游乐设施“旋转杯”设计生活实践问题情境,考查匀速圆周运动、运动的合成与分解等必备知识和模型建构能力,要求学生具有物理观念的学科素养。试题凸显了高考评价体系“四翼”中的基础性,属于学业质量水平3,中等难度题。

本题意在鼓励学生观察身边的物理现象,能用所学物理知识解释生活中的物理问题。

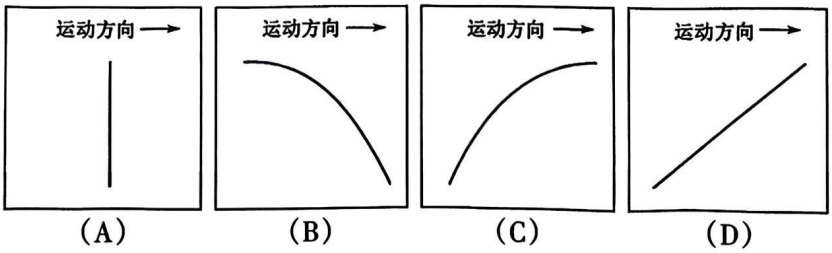
【解题分析】



【答题分析】

本题大部分学生能正确作答,但少部分学生错选了选项A,没能以地面参考系判断A点的运动。少数学生错选了选项C、D,不能建构正确的物理模型,A点的运动是两个圆周运动的合成。

2.(2023年第10题)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

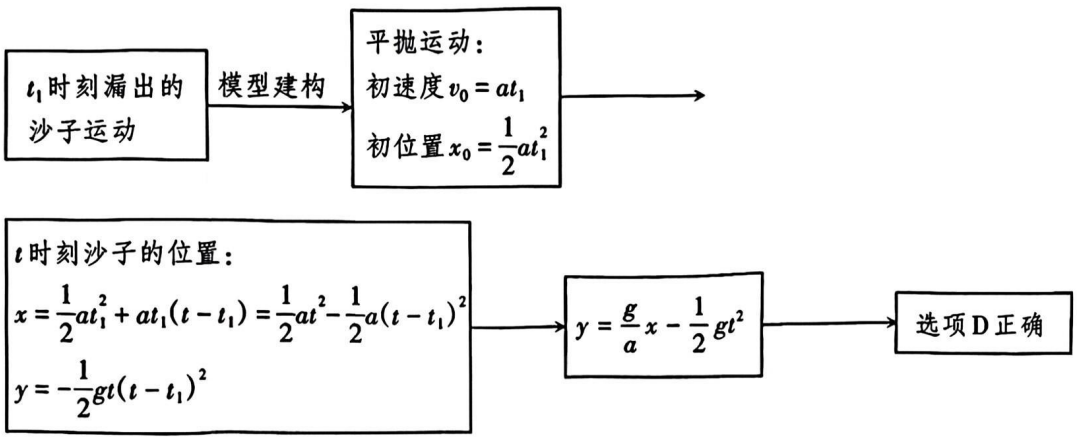


(A)　(B)　(C)　(D)

【试题立意】

本题以达·芬奇研究落体规律的手稿中描述的实验为情境，展示了简单几何图形也可以用来研究力与运动的关系，引导学生关注物理学史中物理规律的建立过程，体会科学的研究方法，感悟科学与艺术的联系。本题属于生活实践情境，考查抛体运动等必备知识和推理论证能力，对学生的科学思维等学科素养有较高的要求。本题属于高考评价体系“四翼”中的综合性，学业质量水平4，较难题。

【解题分析】



【答题分析】

本题学生错选选项B和选项C的较多，半数以上的学生错选了选项C，可能是受教材中飞机匀速飞行过程中投弹问题的影响。飞机匀速飞行过程中炸弹在空中排成一条竖直的直线，学生就简单以为：若在飞机加速飞行过程中投弹，炸弹排成的是曲线（抛物线）。从而错选了选项C。

解答本题时，也有不少学生的思维巧妙，例如：以时间间隔为t_0依次落下的沙子为研究对象，从第一颗沙子观察第二颗沙子的运动，第二颗沙子的开始位置为：$x_0=\frac{1}{2}at_0^2, y_0=\frac{1}{2}gt_0^2$，速度为：$v_{x0}=at_0, v_{y0}=gt_0$。因为，$\tan\theta=\frac{y_0}{x_0}=\frac{v_{y0}}{v_{x0}}=\frac{g}{a}$，不变，所以，从第一颗沙子来看，第二颗沙子做匀速直线运动，方向与水平方向成θ角。同理，从第二颗沙子看第三颗沙子也是如此，也是做同一方向的匀速直线运动。以此类推，所有沙子看起来都是在同一直线上。

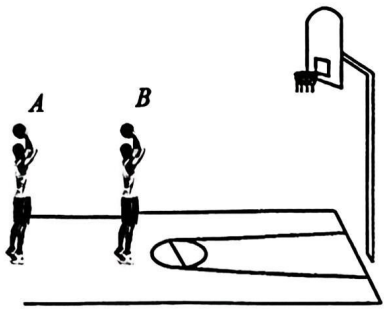
3.（2021年第9题）如图所示，A、B两篮球从相同高度同时抛出后直接落入篮筐，落入篮筐时的速度方向相同，下列判断正确的是

（A）A比B先落入篮筐

（B）A、B运动的最大高度相等

（C）A在最高点的速度比B在最高点的速度小

（D）A、B上升到某一相同高度时的速度方向相同

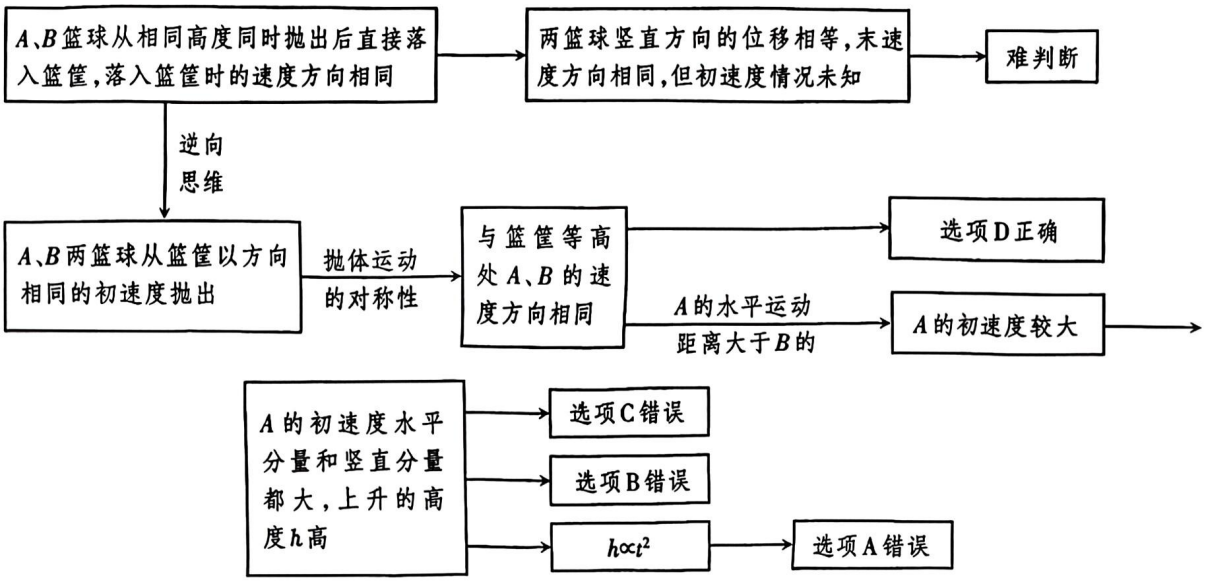


【试题立意】

本题以学生常见的篮球运动为情境，考查抛体运动等必备知识和推理论证能力，旨在引导学生

理解抛体运动的可逆性，要求学生具有科学思维的学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的应用性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】



【答题分析】

本题学生错选选项B和选项C的较多，主要原因是这部分学生存在思维定势，逆向思维方法思考问题的能力欠缺。

第2单元　相互作用与运动定律

4.(2025年第10题)如图所示，弹簧一端固定，另一端与光滑水平面上的木箱相连，箱内放置一小物块，物块与木箱之间有摩擦.压缩弹簧并由静止释放，释放后物块在木箱上有滑动，滑动过程中不与木箱前后壁发生碰撞，不计空气阻力，则



(A)释放瞬间物块加速度为零

(B)物块和木箱最终仍有相对运动

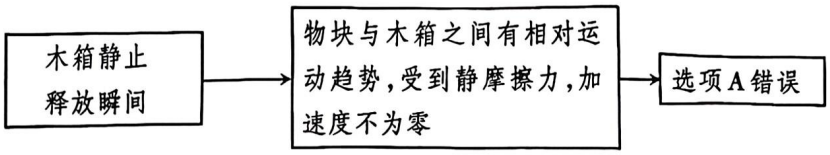
(C)木箱第一次到达最右端时，物块速度为零

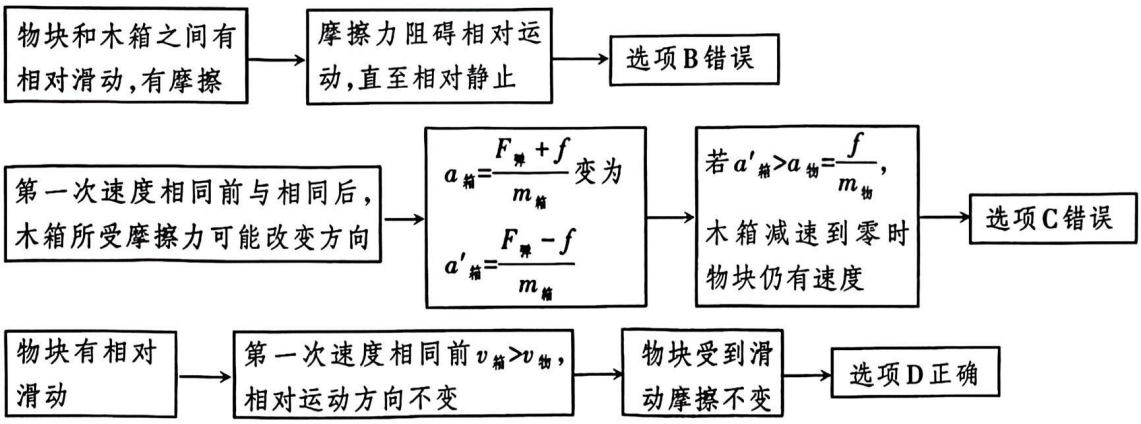
(D)物块和木箱的速度第一次相同前，物块受到的摩擦力不变

【试题立意】

本题以木箱上物块运动的学习探索问题情境，考查滑动摩擦力、弹力、牛顿运动定律等必备知识和推理论证能力，对学生科学思维等学科素养有较高的要求，凸显了考查的综合性。本题属于学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

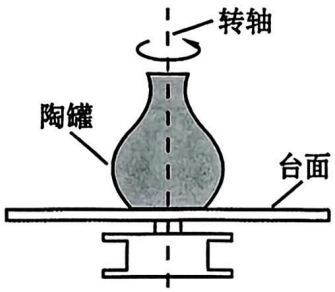




【答题分析】

本题约三分之一的学生作答错误，错选选项A、B、C的学生人数比较接近。有些学生没能判断出在释放弹簧瞬间物块与木箱之间有相对运动趋势，物块速度为零，错误地认为加速度也为零，从而错选了选项A。还有些同学未能正确分析物块与木箱间有相对运动时所受的摩擦力，对物块和木箱的运动状态不清楚，从而导致错选了选项B。错选选项C的学生简单以为木箱第一次到达最右端时物块也一定会同时到达最右端，不能对木块运动状态的多种可能性进行全面分析。

5.(2024年第8题)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)离转轴越远的陶屑质量越大

(C)陶屑只能分布在台面的边缘处

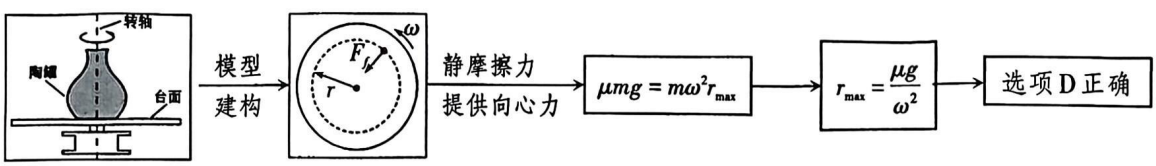
(D)陶屑只能分布在一定半径的圆内

【试题立意】

本题以传统的陶器制作过程来设计生活实践情境，考查了摩擦力、牛顿运动定律、匀速圆周运动规律等必备知识和推理论证能力，要求学生具有科学思维等学科素养，凸显了考查要求的应用性。本题属于学业质量水平4，中等难度题。

“制作陶器”是江苏地方传统特色工艺之一。本题意在引导学生发现生活中的物理问题，解决具体的实际问题，感悟科学与传统工艺的联系，弘扬我国优秀传统文化，促进学生德智体美劳全面发展。

【解题分析】



【答题分析】

本题学生错选选项A和选项B的较多，主要原因是学生的信息获取能力不足，对涉及的陶屑质量、离轴的距离、与台面间的摩擦力大小、台面转动的角速度等物理量之间的变化关系理不清。有

的学生根据向心力公式$F_n=m\omega^2r$，以为半径r与质量m成反比，从而错选选项A；也有学生用向心力公式$F_n=\frac{mv^2}{r}$，以为半径r与质量m成正比，从而错选选项B。

6.（2023年第4题）设想将来发射一颗人造卫星，能在月球绕地球运动的轨道上稳定运行，该轨道可视为圆轨道.该卫星与月球相比，一定相等的是

（A）质量　　（B）向心力大小

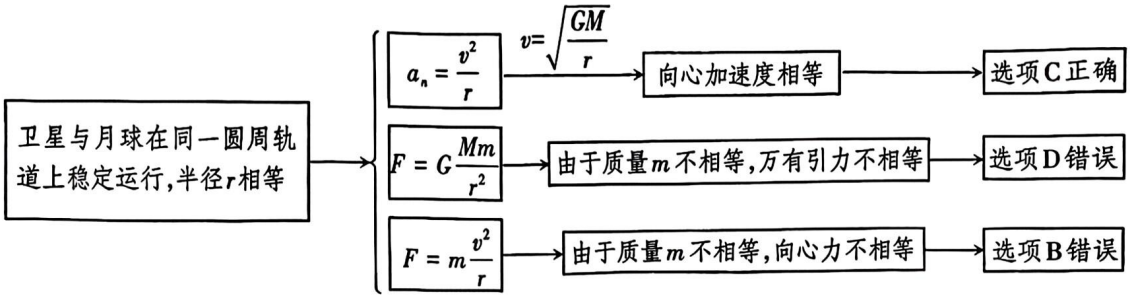
（C）向心加速度大小　　（D）受到地球的万有引力大小

【试题立意】

本题创设人造卫星与月球同一轨道做圆周运动这一情境，将万有引力定律和匀速圆周运动的知识有机结合，属于学习探索情境。考查学生对向心加速度、万有引力、向心力等必备知识的理解，同时也对学生的思维缜密性和全面性提出要求，要求学生具有物理观念等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性，学业质量水平3，容易题。

【解题分析】

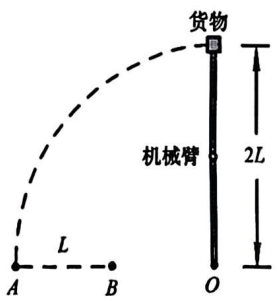
轨道半径与人造卫星质量无关，而且人造卫星的质量远小于月球的质量，故选项A错误。



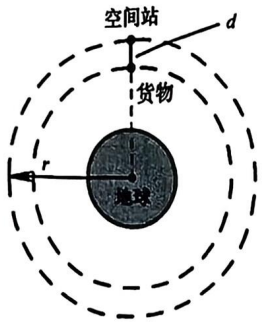
【答题分析】

绝大部分学生能答对。极少部分学生答错，原因在于基本知识掌握不牢靠。

7.（2022年第14题）在轨空间站中物体处于完全失重状态，对空间站的影响可忽略.空间站上操控货物的机械臂可简化为两根相连的等长轻质臂杆，每根臂杆长为L.如题14-1图所示，机械臂一端固定在空间站上的O点，另一端抓住质量为m的货物.在机械臂的操控下，货物先绕O点做半径为$2L$、角速度为ω的匀速圆周运动，运动到A点停下.然后在机械臂操控下，货物从A点由静止开始做匀加速直线运动，经时间t到达B点，A、B间的距离为L.



题14-1图



题14-2图

(1)求货物做匀速圆周运动时受到的向心力大小F_n;

(2)求货物运动到B点时机械臂对其做功的瞬时功率P;

(3)在机械臂作用下,货物、空间站和地球的位置如题14-2图所示,它们在同一直线上.货物与空间站同步做匀速圆周运动.已知空间站轨道半径为r,货物与空间站中心的距离为d,忽略空间站对货物的引力,求货物所受的机械臂作用力与所受的地球引力之比$F_1:F_2$.

【试题立意】

本题以空间站机械臂的工作过程及空间站轨道运动为情境,考查对万有引力定律、匀变速直线运动、匀速圆周运动、功和功率等知识的理解和推理论证能力,属于学习探索情境,体现了科学态度与责任等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的应用性,学业质量水平4,中等难度题。

天宫空间站彰显我国的载人航天发展进入国际科技前沿,自主研发的智能机械臂可实现舱外爬行、俘获、货物转移等多项任务,部分设计功能和指标处于国际领先水平。这一背景使学生感受到国家科技发展的巨大成就,增强学生的“四个自信”及民族自豪感。

【解题分析】

第(1)问

圆周运动的向心力 $F_n = m\omega^2 r$ $\xrightarrow{r = 2L}$ $F_n = 2m\omega^2 L$

第(2)问

初速度为零的匀加速直线运动 $\rightarrow$ $L = \frac{1}{2}at^2$ $\rightarrow$ $a = \frac{2L}{t^2}$

$P = Fv$ $\xrightarrow[v = at]{F = ma}$ $P = \frac{4mL^2}{t^3}$

第(3)问

空间站做圆周运动 $\xrightarrow{\text{万有引力提供向心力}}$ $\frac{GMm_0}{r^2} = m_0\omega_0^2 r$ $\rightarrow$ $GM = \omega_0^2 r^3$

货物做圆周运动 $\xrightarrow{\text{万有引力}F_2\text{与机械臂的作用力}F_1\text{的合力提供向心力}}$ $F_2 - F_1 = m\omega_0^2(r - d)$

$F_2 = \frac{GMm}{(r - d)^2}$

$\rightarrow$ $\frac{F_1}{F_2} = 1 - \left(1 - \frac{d}{r}\right)^3$

【答题分析】

第(1)问,大部分学生作答情况较好,但也出现一些错误,主要是线速度、角速度与向心力之间的关系记不住。还有学生并未理解完全失重概念,仍考虑重力的作用导致出错。

第(2)问,学生作答错误的类型多种多样,其中主要有三类:

第一类错误出现的情况最多,占出错总数的50%左右。这些学生未能读懂题意,想当然地认为

所求的物理量是指动量(仅看到物理符号P)。主要作答错误有:

①$P=mv_B, v_B=at, L=\frac{1}{2}at^2$,得出$P=\frac{2m}{t}L$。

②$L=\frac{1}{2}at^2, F=ma, P=Ft$,得出$P=\frac{2m}{t}L$。

第二类错误是将瞬时功率P与平均功率$\overline{P}$概念混淆。主要作答错误有:

①$P=\frac{W}{t}=F\bar{v}, \bar{v}=\frac{v_B}{2}, v_B=at, F=ma, L=\frac{1}{2}at^2$,得出$P=\frac{2m}{t^3}L^2$。

②利用做功$W=FL\cos\alpha$,求平均功率代替瞬时功率。由$P=\frac{W}{t}=\frac{Fx}{t}=\frac{FL}{t}, L=\frac{1}{2}at^2, F=ma$,得出$P=\frac{2m}{t^3}L^2$。

③利用动能定理求出$\overline{P}$代替P,由$W=\Delta E_k=\frac{1}{2}mv^2, v_B=at, L=\frac{1}{2}at^2$,得出$P=\frac{2m}{t^3}L^2$。

第三类错误是学生审题不仔细,想当然地将A点处沿切线方向的线速度v_A作为货物水平方向初速度;或对失重概念理解不到位,在分析机械臂作用力时考虑了物体的重力。

第(3)问正确率不足50%,主要作答错误有四类:

第一类错误是学生通过隔离空间站和货物进行受力分析时,以为需考虑机械臂对空间站的作用力,从而导致出错。原因是学生没有理解题干中提出"在空间站中物体处于完全失重状态,对空间站的影响可忽略""货物在机械臂操纵下与空间站同步做匀速圆周运动"等表述的物理含义。

第二类错误主要是对"货物与空间站同步做匀速圆周运动"理解有误,认为货物与空间站做匀速圆周运动的线速度相同。作答错误如下:

对空间站:$\frac{GMm_{空}}{r^2}=m_{空}\frac{v^2}{r}, F_2=\frac{GMm_{货}}{(r-d)^2}=m_{货}\frac{v^2}{r}, F_2-F_1=\frac{v^2}{r(r-d)}m_{货}$,得出$F_1=\frac{GMm_{货}}{(r-d)^2}-\frac{GMm_{货}}{r(r-d)}, \frac{F_1}{F_2}=1-\frac{r-d}{r}=\frac{d}{r}$。

第三类问题是学生理解完全失重状态有误,简单地以为万有引力等于重力。

第四类错误是用整体法求解时,空间站和货物的重心距地心距离的表述出现错误。

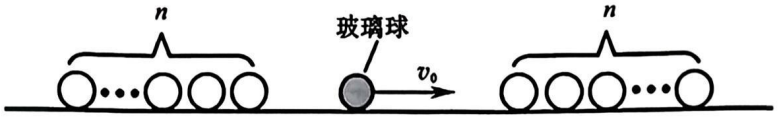
第3单元　机械能、动量及其守恒定律

8.(2025年第14题)如图所示,在光滑水平面上,左右两列相同的小钢球沿同一直线放置,每列有n个. 在两列钢球之间,一质量为m的玻璃球以初速度v_0向右运动,与钢球发生正碰.所有球之间的碰撞均视为弹性碰撞.

(1)若钢球质量为m,求最右侧的钢球最终运动的速度大小v;

(2)若钢球质量为$3m$,求玻璃球与右侧钢球发生第一次碰撞后,玻璃球的速度大小v_1;

(3)若钢球质量为$3m$,求玻璃球经历$2n$次碰撞后的动能E_k.

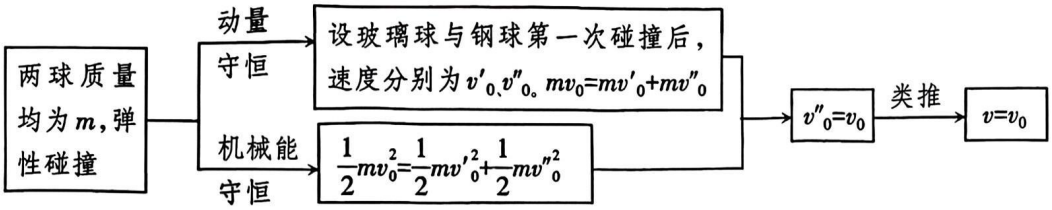


【试题立意】

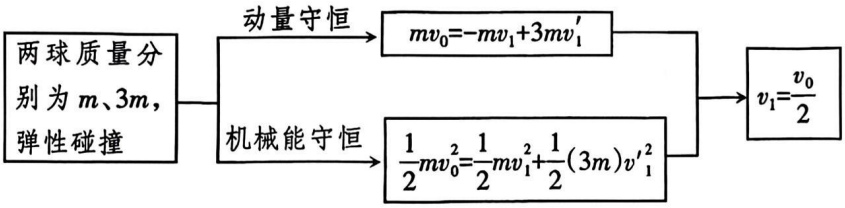
本题以学生常见的“小球碰撞”问题设计学习探索问题情境，考查了动量守恒定律和机械能守恒必备知识和模型建构能力，要求学生综合运用两个守恒定律分析运动过程和运用归因推理的思想解决相关物理问题，要求学生具有较高的科学思维等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的综合性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

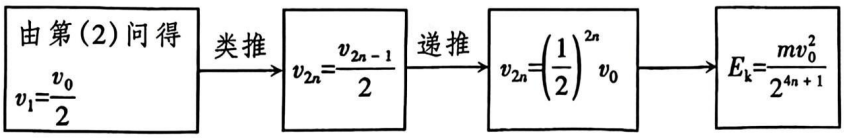
第(1)问



第(2)问



第(3)问



【答题分析】

第(1)问主要作答错误有：

①在解决质量相等的两物体弹性碰撞时仅凭机械记忆答题，如错写成因为动量守恒$mv_0=mv$，所以$v=v_0$，即$v_{钢}=v_0$、$v_{玻}=0$。

②不能构建合适的弹性碰撞模型，如错误将n或$(n+1)$个小球看作是一个整体，认为有共同速度，书写成$mv_0=nmv$或$mv_0=(n+1)mv$；或认为两球碰撞后速度相等，如错写成$mv_0=2mv_1$，$mv_1=2mv_2$，…，$v=\frac{1}{2^n}v_0$。

第(2)问主要作答错误有：

①出现了与第(1)问相同的错误，错误地将n个小钢球看作是一个整体，如错写成由$mv_0=mv_1+$

$3m\cdot nv_1'$和$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}\cdot 3m\cdot nv_1'^2$，得$v_1=\frac{1-3n}{1+3n}v_0$。

②以为碰撞是完全非弹性碰撞，碰撞后玻璃球和钢球共速，如错写成由$mv_0=mv_1+3mv_1$，得$v_1=\frac{1}{4}v_0$。

③粗心导致的错误，把玻璃球和钢球的质量写反了，如写成由$3mv_0=3mv_1+mv_1'$和$\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{1}{2}\cdot 3mv_1^2+\frac{1}{2}mv_1'^2$，得$v_1=\frac{1}{2}v_0$，$v_1'=\frac{3}{2}v_0$。

第(3)问主要作答错误有：

①审题不清，以为仅发生了n次碰撞。

②类比推理错误，抓不住每次碰撞后速度均减半的规律，如写成由$v_1=\frac{1}{2}v_0$，$v_2=\frac{1}{4}v_0$，得到$v_{2n}=\frac{1}{2}v_0$或$v_{2n}=\frac{1}{4}v_0$的错误结果。

③计算能力弱，或粗心导致的错误，如把结果错写成$v_{2n}=\left(\frac{v_0}{2}\right)^{2n}$，$v_{2n}=\left(\frac{1}{2}\right)^{2n}$，$E_k=\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2^{2n}}v_0\right)^2=\frac{1}{2^{2n+1}}mv_0^2$，$E_k=\frac{1}{2}mv_{2n}^2-\frac{1}{2}mv_0^2$，$E_k=\frac{1}{2}\cdot 3m\left(\frac{1}{2^{2n}}v_0\right)^2$等。

④出现了与第(1)问相同的错误，错误将n个小钢球看成一个整体，如错写成$v_{2n}=\left(\frac{1-3n}{1+3n}\right)^n v_0$。

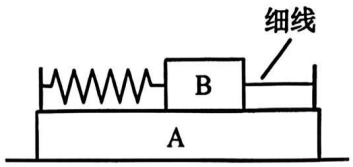
9.(2024年第9题)如图所示，物块B分别通过轻弹簧、细线与水平面上的物块A左右端相连，整个系统保持静止.已知所有接触面均光滑，弹簧处于伸长状态.剪断细线后

(A)弹簧恢复到原长时，A的动能达到最大

(B)弹簧压缩量最大时，A的动量达到最大

(C)弹簧恢复到原长过程中，系统的动量增加

(D)弹簧恢复到原长过程中，系统的机械能增加

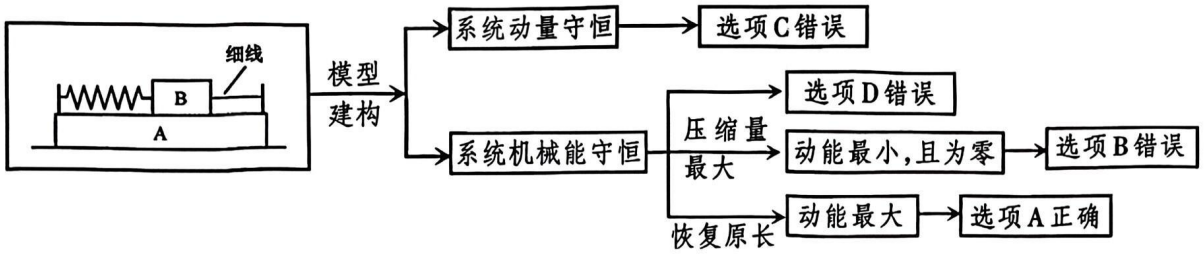


【试题立意】

本题以光滑水平面上弹簧连接的两个物块运动的学习探索情境，考查了动能、弹性势能、动量、机械能守恒定律、动量守恒定律等必备知识和推理论证能力，对学生科学思维等学科素养有较高的要求，凸显了考查要求的综合性，属于学业质量水平4，中等难度题。

本题以新教材中的习题为素材进行改编，侧重于对动量和能量观念的理解、物理过程分析的考查，引导中学加强对物理基本概念、基本规律的教学。

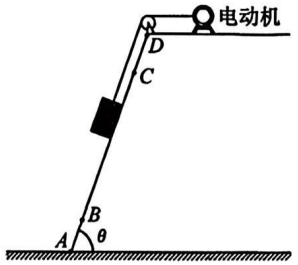
【解题分析】



【答题分析】

本题学生作答错误率较高，约四分之一的学生错选选项C，这部分学生可能是对动量的矢量性、系统动量守恒条件的理解不到位。弹簧恢复到原长过程中弹簧的弹性势能减少，两物块的动能和动量均增加。学生不能根据题意推断出系统的动量是守恒的，错误地认为系统的动量是两物块动量的代数和，从而错选选项C。错选选项B的学生对运动过程分析不清、理解不到位，错误认为弹簧对A的弹力方向保持不变，使A的速度一直增大。也有少数学生错选选项D，是因为对机械能概念和系统机械能守恒条件的理解存在偏差。

10.(2024年第15题)某重力储能系统的简化模型如图所示，长度为L、倾角为θ的斜坡$ABCD$上，有一质量为m的重物通过绳索与电动机连接.在电动机牵引下，重物从斜坡底端A点由静止开始运动，到达B点时速度达到最大值v，然后重物被匀速拉到C点，此时关闭电动机，重物恰好能滑至顶端D点，系统储存机械能.已知绳索与斜坡平行，重物与斜坡间的动摩擦因数为μ，重力加速度为g，不计空气阻力和滑轮摩擦.



(1)求CD的长度x；

(2)求重物从B到C过程中，电动机的输出功率P；

(3)若不计电动机的损耗，求在整个上升过程中，系统储存的机械能E_1与消耗电能E_2的比值.

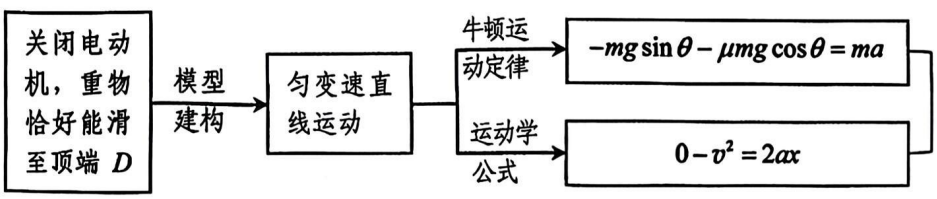
【试题立意】

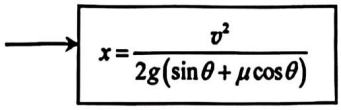
本题以重力储能系统为素材，考查牛顿运动定律、匀变速直线运动、能量守恒、功率等必备知识，属于生活实践情境。要求学生在新情境下构建电能与机械能相互转化的模型，要求学生具有较高的科学思维等学科素养，凸显了考查要求的创新性。本题属于学业质量水平4，中等难度题。

储能系统是我国着重发展的一种新质生产力，在新能源科技领域占有重要的地位。本题引导学生关注我国社会科技发展，把所学知识运用到解决社会科技发展过程中遇到的关键问题，积极投身到我国现代化建设事业中去。

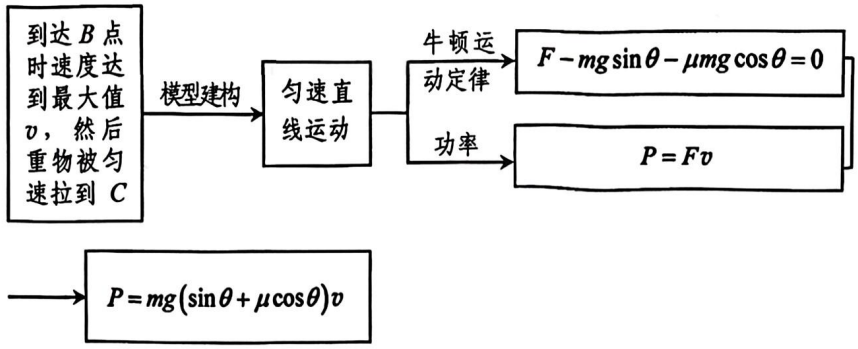
【解题分析】

第(1)问

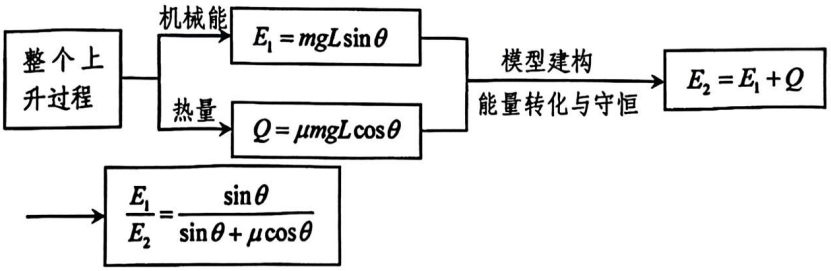




第(2)问



第(3)问



【答题分析】

本题有较多学生不能正确作答，原因在于基础知识掌握不够牢固，在新情境下模型建构能力存在不足，物理观念不强。

第(1)问主要作答错误有：

①摩擦力大小计算出错，如写成$-mgh-\mu mgx=0-\frac{1}{2}mv^2$。

②力的分解出错，把沿斜面方向的力错写成$mg\cos\theta+\mu mg\sin\theta$。

③基本运动学公式不清楚，如$v^2=2ax$写成$v^2=ax$。

④运算出错，如计算摩擦力时少写μ；$x=\frac{v^2}{2a}$化简时未除以2。

第(2)问计算过程中，除了出现与第(1)问相同的错误外，还有部分学生利用表达式$P=\frac{W}{t}$计算功率，计算过程复杂，导致出错。

第(3)问主要作答错误有：

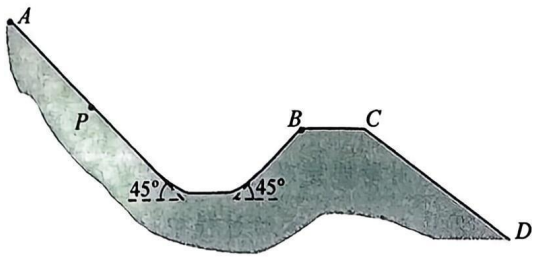
①对“储存的机械能”中“储存”的理解出现问题，错误地认为该系统CD段的机械能变化，如直接写成$E_1=\frac{1}{2}mv^2$或$E_1=mgh=mgx\sin\theta$。

②对“消耗电能”理解出现错误，学生误认为CD段电动机关闭，就不需要考虑电能的消耗，如$E_2=f(L-x)=(mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta)(L-\frac{v^2}{2g(\sin\theta+\mu\cos\theta)})$，或计算$AC$段电动机所做的功，公式很多，计算复杂，如出现表达式$E_2=W_f+W_{匀}+E_k$。

③摩擦力大小计算出错，导致摩擦产生热量计算出错，如写成$Q=\mu mgL$。

④运算出错，如计算结果中未能消去g，得到$\frac{E_1}{E_2}=\frac{\sin\theta}{\sin\theta+\mu g\cos\theta}$。

11.（2023年第15题）如图所示，滑雪道AB由坡道和水平道组成，且平滑连接，坡道倾角均为45°.平台BC与缓冲坡CD相连.若滑雪者从P点由静止开始下滑，恰好到达B点.滑雪者现从A点由静止开始下滑，从B点飞出.已知A、P间的距离为d，滑雪者与滑道间的动摩擦因数均为μ，重力加速度为g，不计空气阻力.



(1)求滑雪者运动到P点的时间t；

(2)求滑雪者从B点飞出的速度大小v；

(3)若滑雪者能着陆在缓冲坡CD上，求平台BC的最大长度L.

【试题立意】

本题以滑雪赛道为背景设计生活实践情境，考查牛顿第二定律、运动学公式、动能定理、抛体运动、运动的合成与分解等必备知识和推理论证能力，要求学生具有科学思维等学科素养，旨在进一步引导学生激发自身体育兴趣、树立强身健体意识，引导学生德智体美劳全面发展。本题属于高考评价体系“四翼”中的综合性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

第(1)问

滑雪者从A点下滑到P点 —模型建构→ 牛顿第二定律：$mg\sin45°-\mu mg\cos45°=ma$；匀变速直线运动：$d=\frac{1}{2}at^2$ → $t=\sqrt{\frac{2\sqrt{2}d}{(1-\mu)g}}$

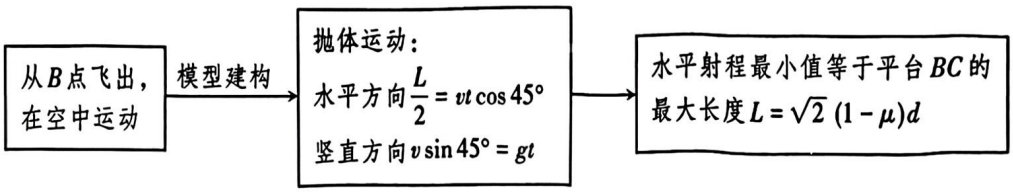
第(2)问

从P点由静止开始下滑，恰好到达B点 —动能定理→ $mgh-W_f=0-0$

从A点由静止开始下滑，从B点飞出 —动能定理→ $mg(d\sin45°+h)-(\mu mgd\cos45°+W_f)=\frac{1}{2}mv^2-0$

→ 从B点飞出时的速度$v=\sqrt{\sqrt{2}(1-\mu)gd}$

第(3)问



【答题分析】

第(1)问，主要作答错误有三种情况：

①误认为物体在竖直方向做初速度为零、加速度为g的匀变速运动。

②对物体受力分析时漏掉了摩擦力或将摩擦力写为$f=\mu mg$。

③物体的运动过程看成匀速直线运动，直接利用$d=vt$求解。

第(2)问，主要作答错误有三种情况：

①运用动能定理时，漏掉了克服摩擦力所做的功。

②从A到P的运动过程中，以为摩擦力等于μmg。

③从P到B的过程中以为摩擦力恒定不变。

第(3)问，主要作答错误有三种情况：

①没有认清物体的运动轨迹，以为物体在BC平台上做匀减速直线运动。

②以为物体上升到最高点的时间就是全过程的时间。

③以为物体的竖直方向最大位移与水平方向最大位移之比等于1:1。

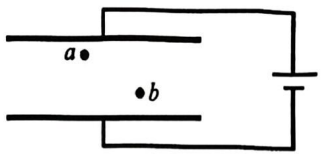
专题二　电磁学

第1单元　电场与磁场

12.(2025年第9题)如图所示，平行金属板与电源连接.一点电荷由a点移动到b点的过程中，电场力做功为W.现将上、下两板分别向上、向下移动，使两板间距离增大为原来的2倍，再将该电荷由a移动到b的过程中，电场力做功为

(A) $\frac{W}{2}$　　(B)W

(C)$2W$　　(D)$4W$



【试题立意】

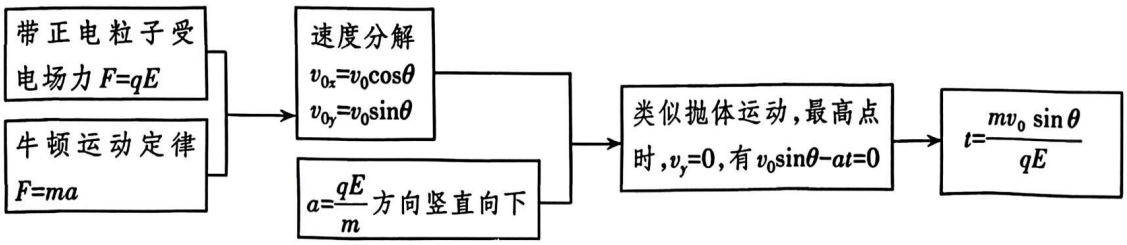
本题以平行金属板间距的变化设计学习探索问题情境，考查电容器、静电场、电场力做功等必备知识和推理论证能力，要求学生具有科学思维等学科素养。试题凸显了高考评价体系“四翼”中的综合性，属于学业质量水平3，中等难度题。

【解题分析】

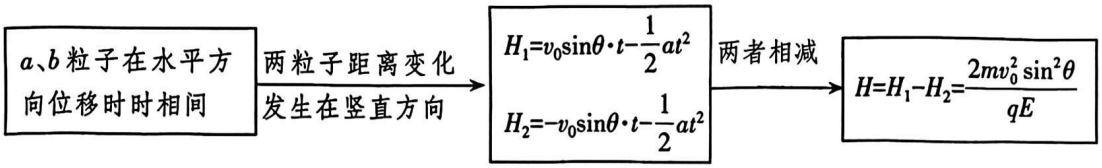
设平行板电容器极板间距离为d，电势差为U，电场强度为E，点电荷由a移动到b过程中电场力做功为W。

【解题分析】

第(1)问



第(2)问



【答题分析】

本题有一些学生运用动量定理求解，例如第(1)问，粒子仅在竖直方向受力的作用，力的大小恒为 $F=qE$，则 $-qEt=0-mv_0\sin\theta$，解得 $t=m\frac{v_0\sin\theta}{qE}$。

第(1)问主要作答错误有：

①速度未分解或速度分解出错，如错写成 $t=\frac{mv_0}{qE}$，$t=\frac{mv_0\tan\theta}{qE}$ 等。

②审题不清，错误地认为粒子同时受到重力和电场力的作用，如错写成 $t=\frac{mv_0}{qE+mg}$ 或 $t=\frac{mv_0\sin\theta}{qE+mg}$。

③电场力公式掌握导致的错误，如错写成 $F=\frac{E}{q}$。

④模型建构不清，运用电场力做功公式求解出错，如错写成 $x=v_0\cos\theta\cdot t$，$\frac{1}{2}mv_0^2=qEx$，得 $t=\frac{mv_0}{2qE\cos\theta}$。

第(2)问主要作答错误有：

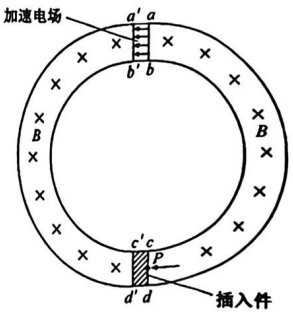
①速度未分解，书写粒子竖直方向速度时直接使用了 v_0，导致结果缺少 $\sin\theta$ 平方项。

②运用动能定理求解出错，动能定理中速度应是合速度而非分速度。另外对 b 粒子来说，末状态粒子速度未知，还需要进一步求解合速度，然后才能用动能定理求解，计算繁杂。

③运用图像法求解，一步出结果，但计算不够仔细出错。

另外，本题出现很多由于粗心导致的错误，比如前面写对，后面写错的；如分子分母位置弄反的；如简单的分数加减出错等等。

16.(2024年第16题)同步辐射光源中储存环的简化模型如图所示，内、外半径分别为R_1、R_2的两个半圆环区域$abcd$、$a'b'c'd'$中均有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为B.ab、$a'b'$间有一电势差为U的加速电场，cd、$c'd'$间有一插入件，电子每次通过插入件后，速度减小为通过前的k倍.现有一质量为m、电荷量为e的电子，垂直于cd射入插入件，经过磁场、电场再次到达cd的速度增加，多次循环后到达cd的速度不再增加，达到稳定值.不考虑相对论效应，忽略经过电场和插入件的时间.



(1)求该电子进入插入件前、后，在磁场中运动的半径之比$r_1:r_2$；

(2)求该电子多次循环后到达cd的稳定速度v；

(3)若该电子运动到cd的中点P时达到稳定速度，并最终能到达边界的d点，求电子从P点运动到d点的时间t.

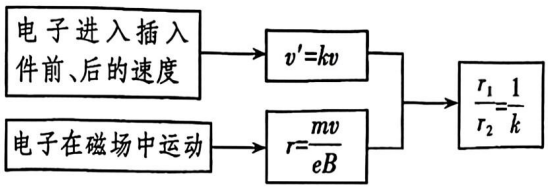
【试题立意】

本题以同步辐射光源储存环中电子的运动生活实践为情境，考查了洛伦兹力、圆周运动、电场力做功等必备知识。本题通过设置插入件和加速电场，要求学生能够推理论证出电子循环运动的轨迹和最终的稳定速度，对学生科学思维等学科素养具有较高的要求，凸显了考查要求的综合性。本题属于学业质量水平4，较难题。

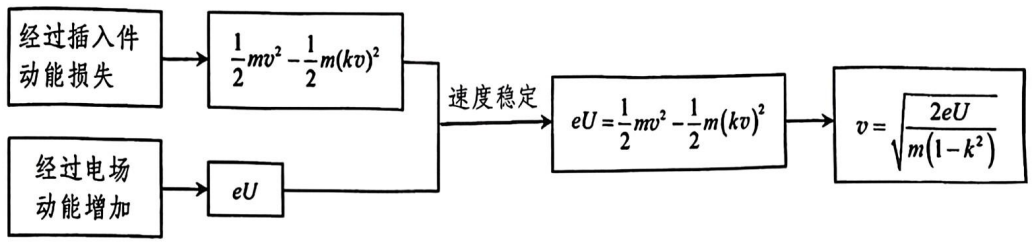
本题素材来源于同步辐射光源中储存环，意在引导学生关注我国大科学装置，展现我国新时代取得的重大科技成果，增强民族自信。

【解题分析】

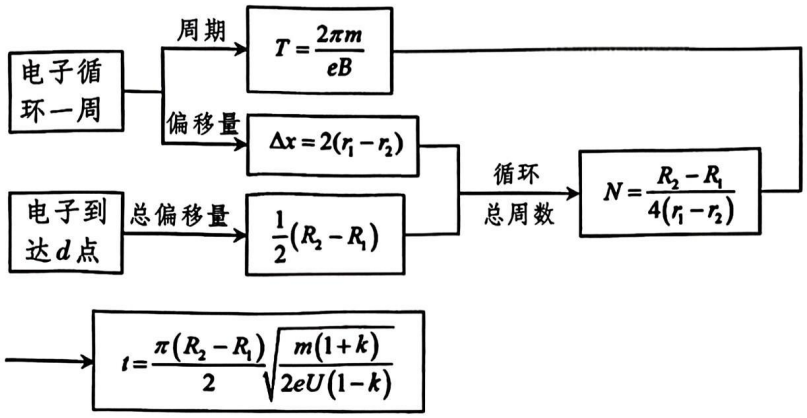
第(1)问



第(2)问



第(3)问



【答题分析】

第(1)问主要考查带电粒子在磁场中的运动半径,问题比较基础,但也出现一些错误,主要作答错误有:

①基本公式不清楚,如$r=\frac{eB}{mv}$。

②审题不够仔细,如把“速度减小为通过前的k倍”理解成“减小为$\frac{v}{k}$”。

第(2)问主要考查模型建构能力,建立经过插入件动能损失、经过电场动能增加、最终实现“速度稳定”的模型。主要作答错误有:

①基本公式不清楚,如电场力做功写为$W=eE$,或$W=eUd$,动能变化量写成$\frac{1}{2}m(\Delta v)^2$。

②第(1)问中初末状态速度分析错误导致动能损失量错写成$\frac{1}{2}m(kv)^2-\frac{1}{2}mv^2$,从而得到错误的计算结果$v=\sqrt{\frac{2eU}{m(k^2-1)}}$。

③未能理解“速度稳定”的确切含义,分析不出电子经过插入件时动能的损失与经过电场时动能的增加相等这个结论,而是从某个初速度出发,逐圈分析,计算过程复杂。只有少数学生推导出一个等比数列,并且根据当圈数趋向于无穷时得出了正确答案,大多数学生采用这种做法在计算中出错。

④运算过程出错,如$\frac{1}{2}m(kv)^2=\frac{1}{2}mkv^2$。

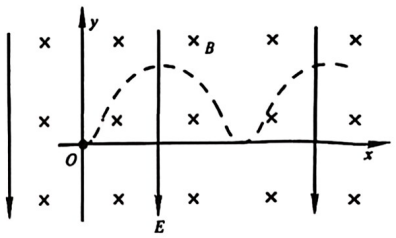
第(3)问主要考查学生对整体过程运动分析能力和对周期性的理解,主要作答错误有:

①带电粒子在磁场中运动图像不清楚,有学生错误地认为$r_1<r_2$,电子循环一周时,偏移量错写成$\Delta x=2(r_2-r_1)$;也有一部分学生漏掉了2倍关系,把偏移量错写成$\Delta x=r_1-r_2$。

②模型建构能力不足,物理思维不够严密。部分学生想当然地认为在磁场中运动的半径与圆形磁场区域半径存在关联,错误认为电子在P点的速度与电子的运动半径有关,写成$v_P=$

$\frac{qB(R_1+R_2)}{2m}$，运动一周后速度变为原来的k倍，从而得到错误的结果；也有部分学生想当然地认为电子运动一周到达底部，没有意识到存在周期性，可能经过多个周期到达，没有找到周期与偏移量的关系，如写成$2(r_2-r_1)=\frac{R_2-R_1}{2}$等。

17.（2023年第16题）霍尔推进器某局部区域可抽象成如图所示的模型.Oxy平面内存在竖直向下的匀强电场和垂直坐标平面向里的匀强磁场，磁感应强度为B.质量为m、电荷量为e的电子从O点沿x轴正方向水平入射.入射速度为v_0时，电子沿x轴做直线运动；入射速度小于v_0时，电子的运动轨迹如图中的虚线所示，且在最高点与在最低点所受的合力大小相等.不计重力及电子间相互作用.



（1）求电场强度的大小E；

（2）若电子入射速度为$\frac{v_0}{4}$，求运动到速度为$\frac{v_0}{2}$时位置的纵坐标y_1；

（3）若电子入射速度在$0<v<v_0$范围内均匀分布，求能到达纵坐标$y_2=\frac{mv_0}{5eB}$位置的电子数N占总电子数N_0的百分比.

【试题立意】

本题考查霍尔推进器中的带电粒子运动，属于学习探索情境，考查了带电粒子在电场、磁场中的运动等必备知识和创新能力，要求学生具有科学思维等学科素养。试题属于高考评价体系“四翼”中的创新性，学业质量水平4，较难题。

【解题分析】

第（1）问

入射速度为v_0时，电子沿x轴做直线运动 → $ev_0B=eE$ → $E=v_0B$

第（2）问

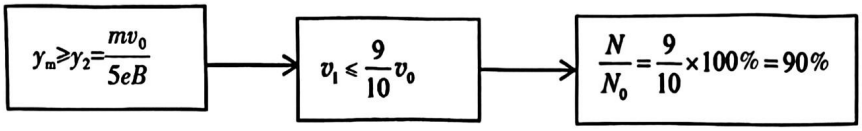
电子入射速度为$\frac{v_0}{4}$ —模型建构→ 一般曲线运动，动能定理 $eEy_1=\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2-\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{4}\right)^2$ → $y_1=\frac{3mv_0}{32eB}$

第（3）问

入射速度为v_1，最高点的速度为v_2，y轴坐标为y_m，动能定理$eEy_m=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

电子在最高点与在最低点所受的合力大小相等 $eE-ev_1B=ev_2B-eE$

→ $y_m=\frac{2m}{eB}(v_0-v_1)$



【答题分析】

第(1)问主要考查受力平衡问题，需要学生根据题中条件推断出电子受到的电场力与洛伦兹力平衡，根据电场力、洛伦兹力公式求出电场强度。主要作答错误有：

①审题不清，比如没有注意入射速度v_0的下标，结果写成$E = vB$；题中电荷量为e不是q。

②公式混乱，比如乱写公式$E = Blv_0$等，或把所有电学公式都罗列出来。

③力的方向判断错误，比如认为洛伦兹力与电场力同方向。

第(2)问中电子在电场、磁场的复合场中做一般曲线运动，需要学生能够判断出洛伦兹力不做功，电场力做功等于动能增量，且沿电场力方向的位移即为所要求的纵坐标y_1。本问不需要知道电子运动的具体轨迹，用动能定理列式求解即可。求解过程中，主要作答错误有：

①不够仔细。比如得出结果$y_1 = \frac{3mv_0^2}{32Ee}$，却没有把$E = v_0B$代入进行化简。

②计算出错。比如：

a)由$Eey_1 = \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{4})^2$，推导出$Eey_1 = \frac{7}{32}mv_0^2$，从而解得$y_1 = \frac{7mv_0}{32eB}$；也有的学生解得$y_1 = \frac{mv_0}{16eB}$或者$y_1 = \frac{3mv_0}{16eB}$的错误结果。

b)由$Eey_1 = \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{4})^2$解得$y_1 = \frac{3mv_0^2}{32eB}$的错误结果。

③记错公式。比如：由$eU = \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{4})^2$导出$e\frac{E}{y_1} = \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{4})^2$，解得$y_1 = \frac{32eB}{3mv_0}$的错误结果。

④方法错误。典型错误是把运动分解为x方向做匀速直线运动，y方向做匀加速直线运动。

第一种过程：$v_x = \frac{v_0}{4}, v_y = \sqrt{(\frac{v_0}{2})^2 - (\frac{v_0}{4})^2} = \frac{\sqrt{3}}{4}v_0, F = eE, a = \frac{E}{m} = \frac{ev_0B}{m}, t = \frac{v_y}{a} = \frac{\sqrt{3}\,mv_0}{4Ee}$，求得$y_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{3mv_0^2}{32Ee} = \frac{3mv_0}{32eB}$。

第二种过程：$a = \frac{F}{m} = \frac{ev_0B}{m}, v^2 - v_0^2 = 2ax, \frac{v_0^2}{4} - \frac{v_0^2}{16} = 2\frac{ev_0B}{m}y_1$，解得$y_1 = \frac{3mv_0}{32eB}$。

以上两种结果虽然和正确答案一样，但是解题思路却是错误的。

还有一部分学生错误地认为洛伦兹力做功，从而列出如下表达式：

$ev_0By_1 - e\frac{v_0}{4}By_1 = \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{2})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{v_0}{4})^2$，解得$y_1 = \frac{mv_0}{8eB}$的错误结果。

第(3)问主要考查电子在电场、磁场中运动的受力分析、功与能关系的综合，需要学生根据题

中所给条件“在最高点与在最低点所受的合力大小相等”列式求解，并要满足最高点纵坐标大于$y_2=\frac{mv_0}{5eB}$，求出电子的初速度范围，进而求出电子数占总电子数的比例。主要作答错误有：

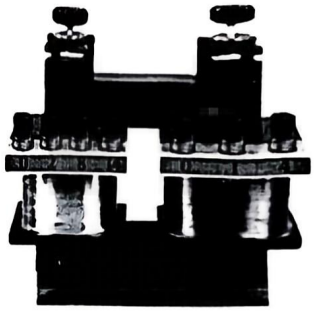
①计算错误。v_1和v_2计算出错，导致最后百分比出错。

②速度范围取错。没有用不等式求解，解出$v_1=\frac{9}{10}v_0$，认为速度满足$\frac{9}{10}v_0<v<v_0$的电子能到达纵坐标$y_2=\frac{mv_0}{5eB}$位置，解出电子数N占总电子数N_0的百分比为10%。

③理解错误。部分学生思路如下：$Bev=m\frac{v^2}{R}$，$R=\frac{mv}{Be}$，$2R\geqslant\frac{mv_0}{5B}$，解出$v_1\geqslant\frac{1}{10}v_0$，$\frac{N}{N_0}=90\%$。虽然结果和答案一样，但是解题思路却是错误的。

第3单元　电磁感应和电路

18.(2025年第2题)用图示可拆变压器进行探究实验，当变压器左侧的输入电压为2 V时，右侧接线柱选取“0”和“4”，右侧获得4 V输出电压，则左侧接线柱选取的是



(A)“0”和“2”　　(B)“2”和“8”

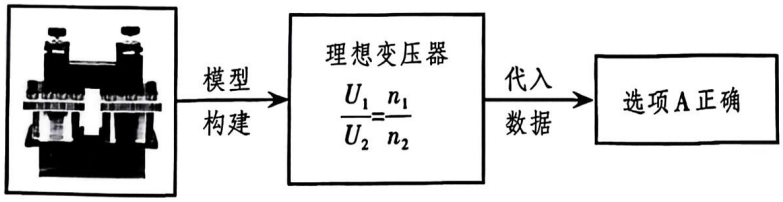
(C)“2”和“14”　　(D)“8”和“14”

【试题立意】

本题源于课程标准要求的必做实验，属于学习探索问题情境，考查学生对理想变压器的理解和对实验仪器的正确使用，要求学生具有科学探究等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性，学业质量水平3，容易题。

本题选用了教学中真实的实验器材图片，让学生倍感亲切，有助于学生养成细致观察实验的好习惯。

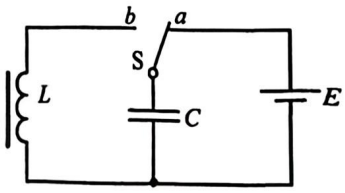
【解题分析】

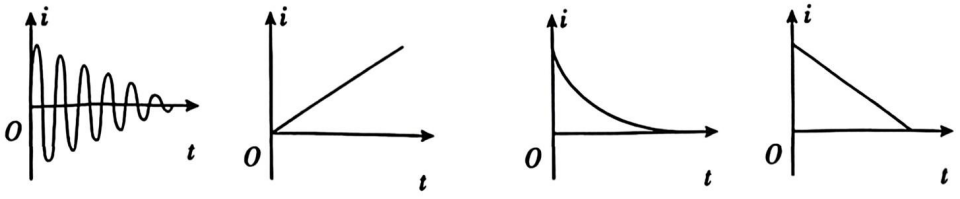


【答题分析】

本题九成多学生能正确作答，仅有少数学生对实验仪器不熟悉，不能正确理解变压器接线柱上数字代表的含义，错选选项B、C、D。

19.(2025年第5题) 如图所示，将开关S由a拨到b，使电容器C与线圈L构成回路.以电容器C开始放电取作0时刻，能正确反映电路中电流i随时间t变化关系的图像是





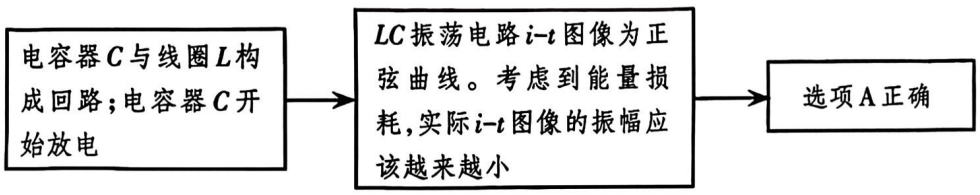
(A)　(B)　(C)　(D)

【试题立意】

本题以教材中电磁振荡演示实验设计学习探索问题情境，考查学生对电磁振荡等必备知识的理解，要求学生具有物理观念等学科素养。本题凸显了考查要求的基础性，属于学业质量水平3，容易题。

电磁振荡是课程标准中要求的必备知识，本题以此为情境，引导学生掌握知识要全面。

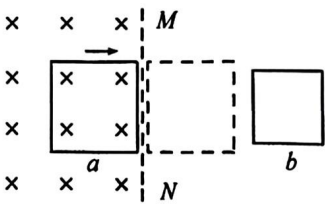
【解题分析】



【答题分析】

本题学生作答错误率较高，约有三分之一的学生错选了选项C，主要原因在于学生对电磁振荡现象比较陌生，与电容器放电相混淆。

20.（2024年第10题）如图所示，a、b为正方形金属线圈，a线圈从图示位置匀速向右拉出匀强磁场过程中，a、b中产生的感应电流方向分别为



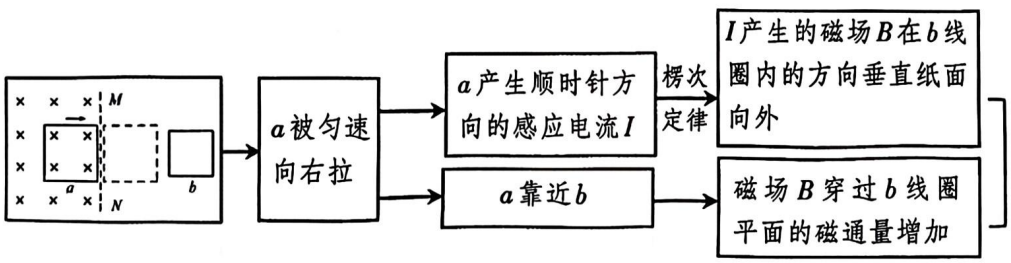
(A)顺时针、顺时针　　(B)逆时针、逆时针

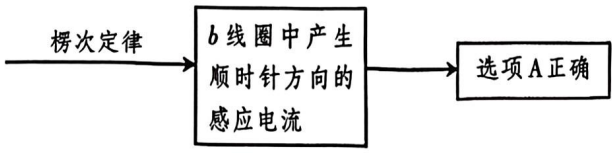
(C)顺时针、逆时针　　(D)逆时针、顺时针

【试题立意】

本题以线圈被拉出磁场的过程设计学习探索情境，在线圈或导线切割磁感线常见问题的基础上，设置另一个静止线圈中产生感应电流问题，深入考查学生对磁通量、楞次定律或右手定则、安培定则、法拉第电磁感应定律等必备知识的理解和创新能力，对学生科学思维等学科素养要求较高，要求学生灵活应用所学知识判断感应电流的大小和方向，有效避免“机械刷题、死记硬背”。本题凸显了考查要求的创新性，属于学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

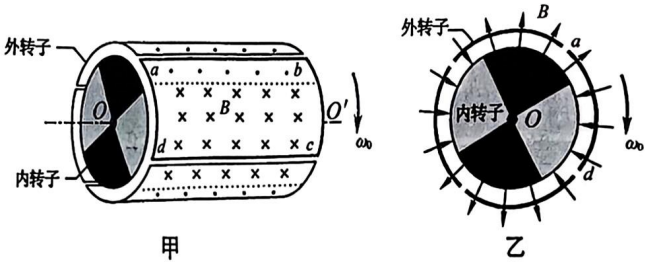




【答题分析】

本题约三分之一的学生错选选项C,可能原因是仅考虑a线圈左边导线中的感应电流在b线圈平面内产生的磁场方向及磁通量变化情况,或以为a线圈中电流产生的磁场方向在纸面内各处均垂直纸面向里。

21.(2025年第15题)圆筒式磁力耦合器由内转子、外转子两部分组成,工作原理如图甲所示.内、外转子可绕中心轴OO'转动.外转子半径为r_1,由四个相同的单匝线圈紧密围成,每个线圈的电阻均为R,直边的长度均为L,与轴线平行.内转子半径为r_2,由四个形状相同的永磁体组成,磁体产生径向磁场,线圈处的磁感应强度大小均为B.外转子始终以角速度ω_0匀速转动,某时刻线圈$abcd$的直边ab与cd处的磁场方向如图乙所示.



(1)若内转子固定,求ab边产生感应电动势的大小E;

(2)若内转子固定,求外转子转动一周,线圈$abcd$产生的焦耳热Q;

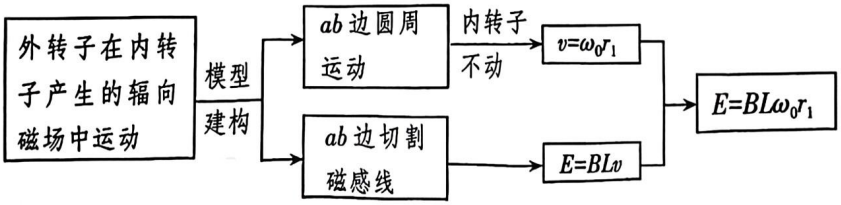
(3)若内转子不固定,外转子带动内转子匀速转动,此时线圈中感应电流为I,求线圈$abcd$中电流的周期T.

【试题立意】

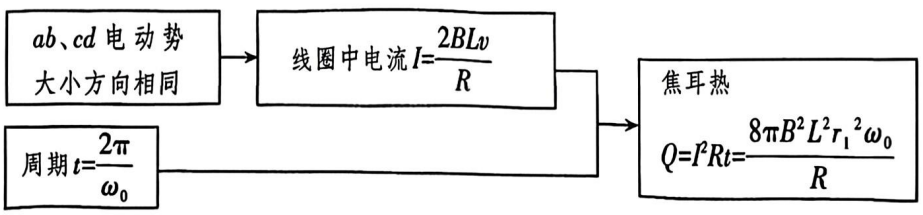
本题以圆筒式磁力耦合器设计了生活实践问题情境,考查了电磁感应定律、焦耳定律、圆周运动等必备知识,要求学生能够构建圆筒面上的线圈切割辐向磁感线的物理模型,属于高考评价体系“四翼”中的创新性。本题要求学生具有较高的科学思维等学科素养,学业质量水平4,较难题。

【解题分析】

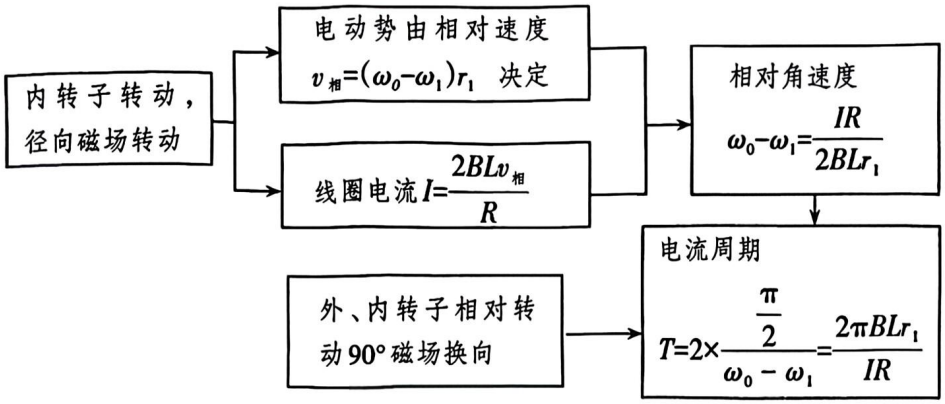
第(1)问



第(2)问



第(3)问



【答题分析】

第(1)问主要作答错误有：

①审题不清，错误计算成了整个闭合回路的总电动势。

②错误地将 ab 边的运动看成导体棒绕一端的转动，直接套用公式 $E=\frac{1}{2}BL\omega^2$。

③直接套用交流电电压最大值的公式 $E=NBS\omega$。

④线速度与角速度关系不清楚，如错写成 $\omega_0=vr_1$，或将内转子半径 r_2 代入，或将线框长度 L 代入。

第(2)问主要作答错误有：

①审题不清，如只计算了 ab 边产生的感应电动势，或者用 $\frac{E}{4R}$ 求回路电流，或将回路中的电阻以 $4R$ 代入，得出4个线圈产生的焦耳热。

②以为导线棒切割磁感线产生的是正弦交流电，机械套用正弦交流电公式，错求了电流的有效值。

③模型构建不正确，利用法拉第电磁感应定律求电路中的感应电动势时，将线圈转动一周的磁通量变化量错写成 $8BS$。

第(3)问主要作答错误有：

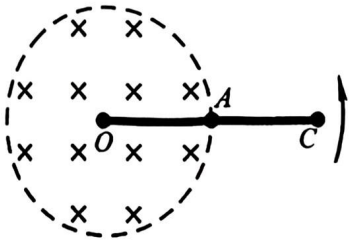
①出现与第(2)问相同的错误，混淆 ab 边产生的感应电动势和整个闭合回路的总电动势，导致 $I=\frac{2RLv_{相}}{R}$ 表达式中缺少系数2。

②不能正确建构线圈切割磁场产生电动势的物理模型，如相对速度是外转子相对于磁场的运动速度，学生以为是相对于内转子的速度，把相对速度错写成 $v_{相}=\omega_0r_1-\omega_2r_2$，或以为是常见的内、外转子同步转动，错写成 $v_{相}=\omega_0(r_1-r_2)$。

③找不到电流变化的周期规律，错写成 $T=\frac{2\pi}{\Delta\omega}$。

22.(2023年第8题)如图所示，圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，OC 导体棒的 O 端位于

圆心，棒的中点A位于磁场区域的边缘.现使导体棒绕O点在纸面内逆时针转动，O、A、C点电势分别为φ_O、φ_A、φ_C，则



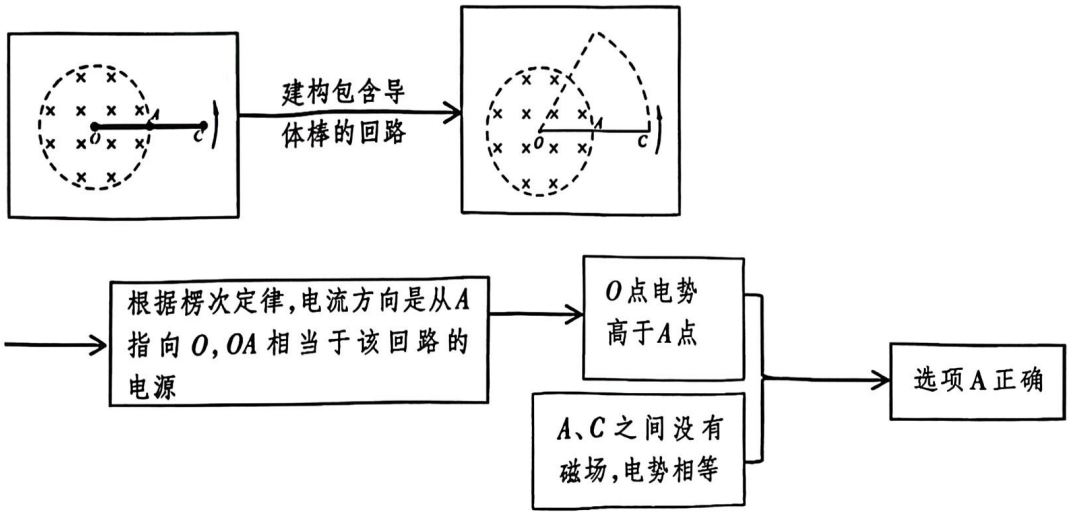
(A)$\varphi_O>\varphi_C$　　(B)$\varphi_C>\varphi_A$

(C)$\varphi_O=\varphi_A$　　(D)$\varphi_O-\varphi_A=\varphi_A-\varphi_C$

【试题立意】

本题以导体棒旋转切割磁感线设计学习探索情境，主要考查对楞次定律、右手定则等必备知识的理解，要求学生具有科学思维等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】



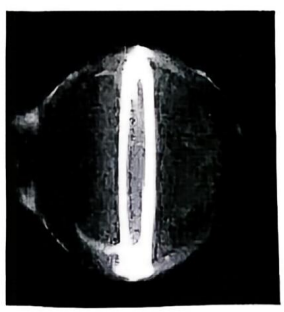
【答题分析】

本题需要学生对导体棒切割磁感线产生的感应电动势有正确理解，通过建构一个闭合回路，用楞次定律或右手定则判断感应电动势方向。本题旨在引导学生深刻理解物理规律和理论，避免死记硬背、生搬硬套的学习方法。本题仅有近一半的学生能正确作答。错选选项D的学生超过二成，这部分学生认为整个导体棒切割磁感线；也有部分学生本该用右手判断电动势方向的，但用了左手，从而错选选项B。

专题三　光学、热学和原子物理

第1单元　光学

23.(2025年第7题)如图所示，一束激光射入肥皂泡后(入射激光束未在图中标出)，肥皂膜内出现一亮环.肥皂膜内的激光



(A)波长等于亮环的周长

(B)频率比在真空中的大

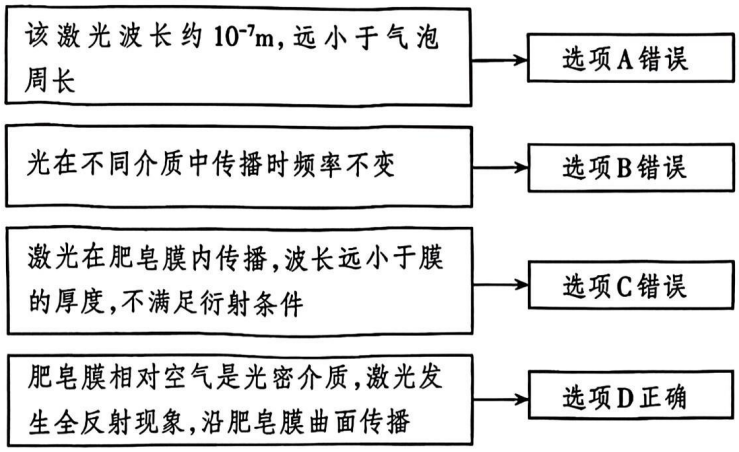
(C)在肥皂膜与空气的界面上发生衍射

(D)在肥皂膜与空气的界面上发生全反射

【试题立意】

本题以激光在肥皂泡中形成亮环设计学习探索问题情境,考查学生对光的全反射等、衍射以及波长、频率必备知识的理解,要求学生具有扎实的物理观念。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性,学业质量水平3,中等难度题。

【解题分析】



【答题分析】

本题近四分之一的学生错选选项C,其中一部分学生以为亮环在肥皂泡内的空气中,不会满足全反射条件,从而首先排除了正确选项D,导致错选了选项C。还有一部分学生机械地将亮环与衍射现象对应,不能正确分析激光发生衍射的条件。

24.(2024年第2题)用观看立体电影的特制眼镜观察手机液晶屏幕上的图片,透过左镜片的图片明亮、右镜片的灰暗.旋转手机屏幕90°后,透过两镜片的图片

(A)均变明亮　　(B)均变灰暗

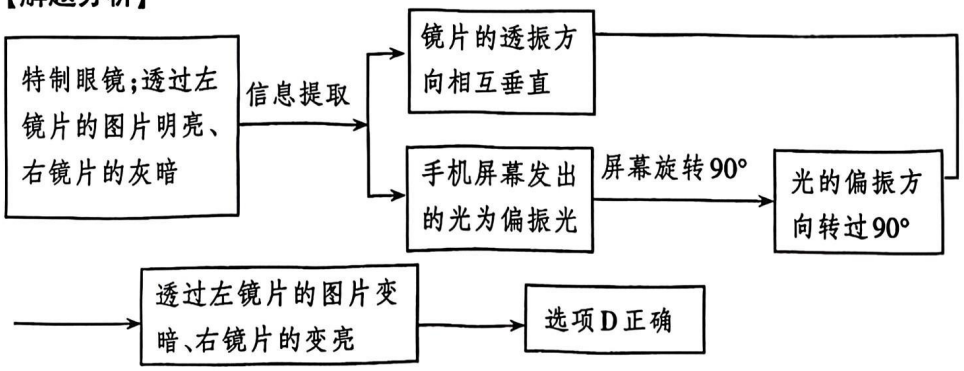
(C)亮度均无变化　　(D)左镜片的变暗,右镜片的变亮

【试题立意】

本题以利用观看立体电影的特制眼镜观察手机屏幕上的图片为情境,考查对光的偏振等必备知识的理解,属于学习探索情境,要求学生具有物理观念的学科素养。本题凸显了考查要求的应用性,属于学业质量水平3,容易题。

本题采用新教材上的类似情境,引导学生关注新教材、关注生活中的物理现象。

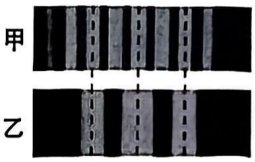
【解题分析】



【答题分析】

本题约三分之一的学生错选选项C,主要原因有两个:①不了解“观看立体电影的特制眼镜”的工作原理,也不能由题意推断出眼镜的两镜片透振方向相互垂直;②错误认为屏幕发出的光是自然光。

25.(2023年第6题)用某种单色光进行双缝干涉实验,在屏上观察到的干涉条纹如图甲所示,改变双缝间的距离后,干涉条纹如图乙所示,图中虚线是亮纹中心的位置.则双缝间的距离变为原来的

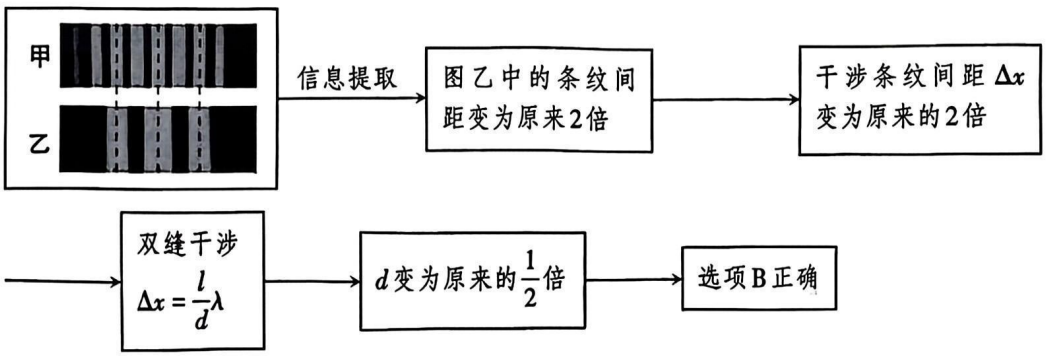


(A)$\frac{1}{3}$倍　(B)$\frac{1}{2}$倍　(C)2倍　(D)3倍

【试题立意】

本题以单色光双缝干涉实验为情境,涉及实验装置中的相关物理量及它们之间的关系,考查学生科学思维等学科素养,引导学生理解现象变化与相关物理量改变之间的关系。本题属于高考评价体系“四翼”的基础性,学业质量水平4,中等难度题。

【解题分析】

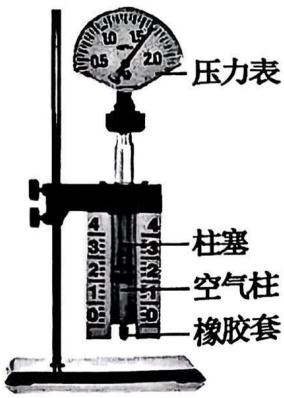


【答题分析】

本题要求学生能够从实验图像中提取条纹间距变化的信息,根据双缝干涉实验的原理做出正确回答。部分学生错选选项C,原因是将干涉条纹公式中条纹间距与双缝间距关系记成正比关系;也有不少学生错选了选项A、D,原因是这部分学生不能把图中的信息转化成干涉条纹间距变化;还有少数学生对双缝干涉实验原理不了解。

第2单元　热学

26.(2023年第9题)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

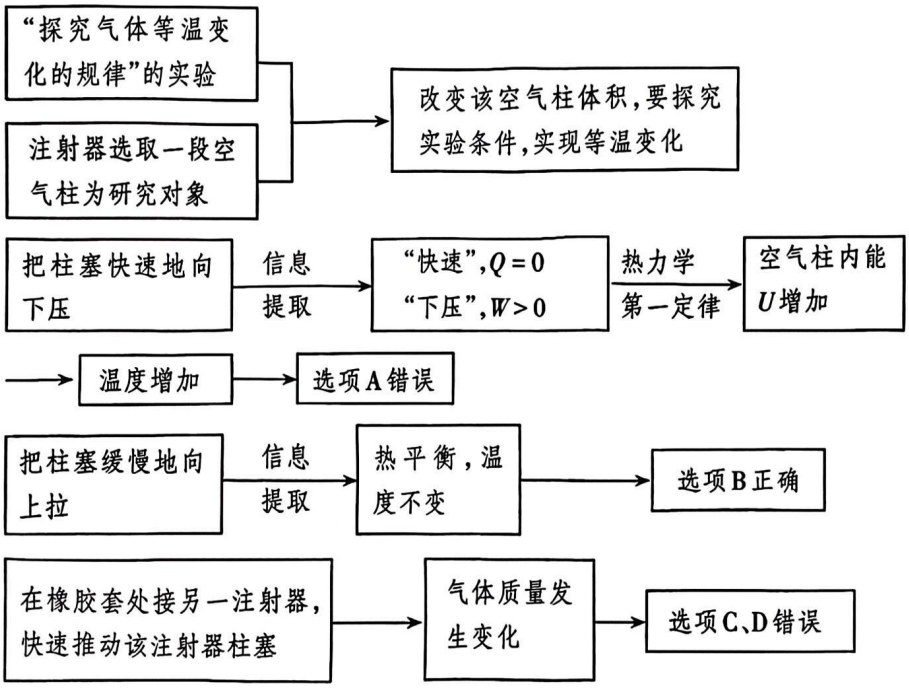
(C)在橡胶套处接另一注射器,快速推动该注射器柱塞

(D)在橡胶套处接另一注射器,缓慢推动该注射器柱塞

【试题立意】

本题涉及“探究气体等温变化的规律”实验，属于学习探索情境，考查热力学第一定律、理想气体状态方程、等温过程等必备知识和相关实验操作。本题以实验条件和操作过程为考查要素，考查学生学科素养，引导学生重视实验，真做实验，做真实验。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性，学业质量水平3，中等难度题。

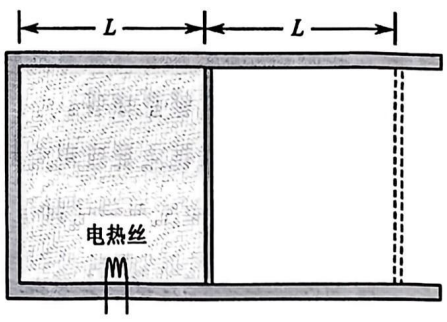
【解题分析】



【答题分析】

本题属于学习探索情境，聚焦等温变化和空气柱质量保持一定的实验条件。当压缩或上拉柱塞时，外界对气体做功或气体对外界做功。若要保持等温变化操作需缓慢进行，使得气体“准静态”变化。满足准静态变化过程的操作是选项B和选项D。但选项D改变了研究气体的质量，是错误选项。本题有近四成的学生对实验器材不熟悉，错选了选项D。

27.(2021年第13题)如图所示，一定质量理想气体被活塞封闭在气缸中，活塞的面积为S，与气缸底相距L，气缸和活塞绝热性能良好.气体的压强、温度与外界大气相同，分别为p_0、T_0.现接通电热丝加热气体，一段时间后断开，活塞向右缓慢移动距离L后停止.活塞与气缸间的滑动摩擦力为f，最大静摩擦力等于滑动摩擦力.整个过程中气体吸收的热量为Q.求该过程中气体



(1)内能的增加量ΔU；

(2)最终温度T.

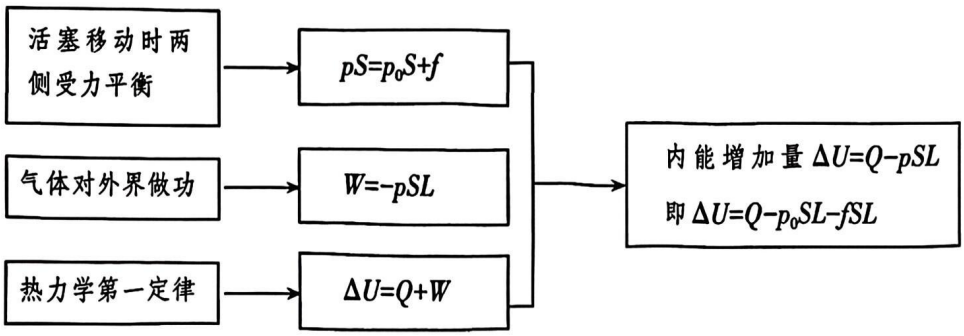
【试题立意】

本题以封闭在绝热气缸中的气体状态变化(气缸活塞运动中有摩擦力存在)为情境，考查共点力

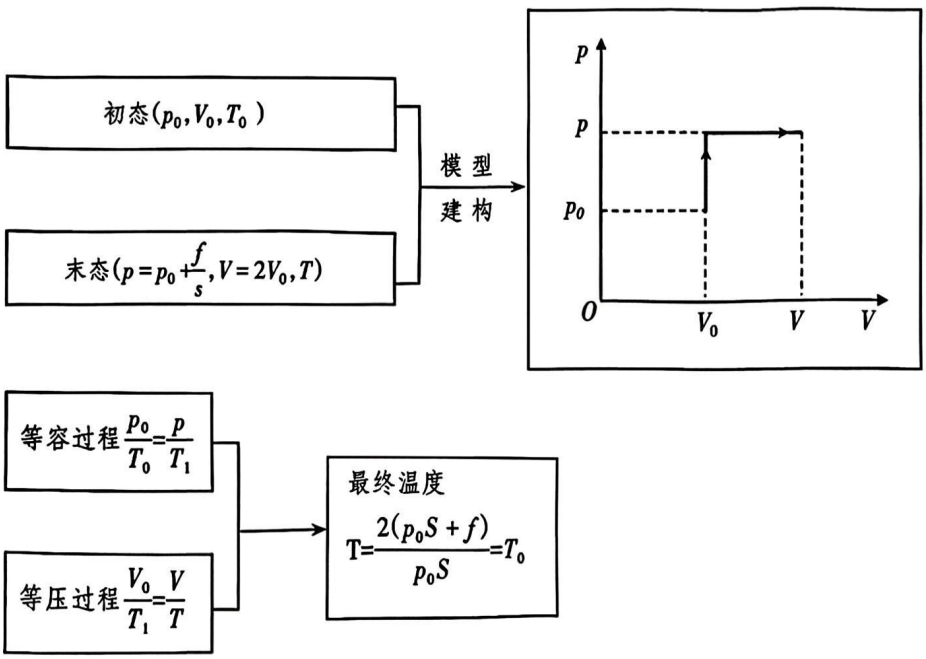
平衡、气体实验定律、热力学第一定律、理想气体状态方程等必备知识和推理论证能力，对学生科学思维有较高要求。本题属于高考评价体系“四翼”中的综合性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

第(1)问



第(2)问



【答题分析】

本题设置活塞运动受到摩擦力作用，与实际问题更为接近，要求学生在新情境下从力学角度分析热学现象，促进学生综合分析试题中的相互作用。从作答情况看，不少学生没有进行实际情况的分析，生搬硬套理想模型作答。

第(1)问作答错误主要表现为受力分析和热力学第一定律方面。

在受力分析方面主要错误如下：

①将受力错误地分析为 $p=p_0-\frac{f}{S}$。

②没读懂题目所描述的“活塞与气缸间的滑动摩擦力为f”的含义，误认为活塞上下共受摩擦力大小为$2f$。

③压强与压力关系混乱，误认为$p = Fs$。

④错用“平均”，认为$W = \frac{1}{2}(p_0 + p)(V + V_0)$，错误认为活塞移动过程中气体压强是均匀增大的，本质是受力分析错误，盲目套用了所谓求解变力做功的方法。

在热力学第一定律方面主要错误如下：

①遗漏摩擦力做功或大气压强对应的做功项，写成$\Delta U = Q - p_0Sl$或$\Delta U = Q - fl$。

②W的正负问题出错，写成$\Delta U = Q + p_0Sl + fl$，原因是对热力学第一定律中$W$的含义理解不清。热力学第一定律书写成$\Delta U = Q + W$时，$W$表示的是“外界对气体做的功”，而本题中为气体对外界做功，因此W应为负。

③摩擦力做功问题出错，写成$\Delta U = Q - p_0Sl + fl$，错误原因是学生习惯性地套用“摩擦生热”的概念，认为“摩擦生出的热”也是外界向气体传递的热量，被气体吸收了，因此气体从外界吸收的总热量为$Q + fl$。

④对“绝热”与“缓慢”的理解错误，认为绝热过程即$Q = 0$，活塞缓慢移动即$W = 0$。

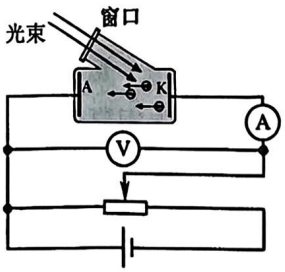
第(2)问考查对热学过程的分析与对理想气体状态方程的运用。主要作答错误如下：

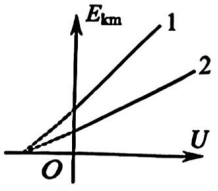
①认为整个过程中等压，得到$T=2T_0$。这类错误很多，原因是受力分析中对“缓慢”理解有误，认为“缓慢”所代表的受力平衡是$p = p_0$，从而遗漏了摩擦力。

②将理想气体状态方程错误地写成$\frac{pT}{V} = C$。

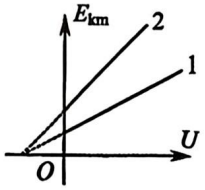
第3单元　原子物理

28.(2021年第8题)如图所示，分别用1、2两种材料作K极进行光电效应探究，其截止频率$\nu_1 < \nu_2$.保持入射光不变，则光电子到达A极时动能的最大值E_{km}随电压U变化关系的图像是

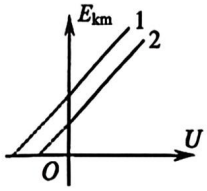




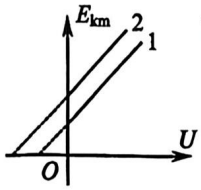
(A)



(B)



(C)

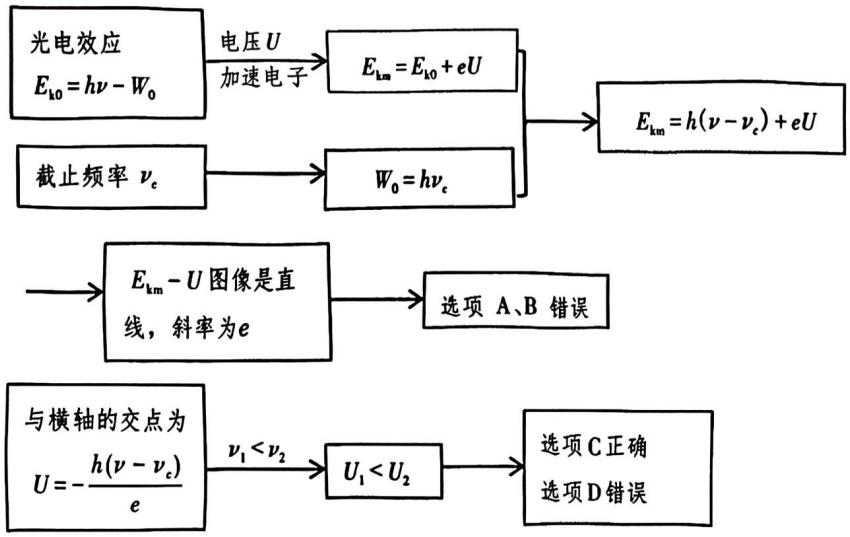


(D)

【试题立意】

本题以探究光电效应规律的实验为情境，要求学生掌握光电效应实验规律等必备知识，能正确提取图像中的信息，并应用动能定理对两种阴极材料上出射光电子的动能进行推断，考查学生的推理论证能力，要求学生具有科学思维等学科素养。本题属于高考评价体系“四翼”中的基础性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】



【答题分析】

本题以光电子的动能为对象，要求在理解光电效应基础上，正确获取$E_{km}-U$图像信息，判断各选项正确与否。从作答情况看，有四成多的学生错选了选项D，原因是对反向遏止电压理解不够准确。

29.(2023年第14题)“夸父一号”太阳探测卫星可以观测太阳辐射的硬X射线.硬X射线是波长很短的光子，设波长为λ.若太阳均匀地向各个方向辐射硬X射线，卫星探测仪镜头正对着太阳，每秒接收到N个该种光子.已知探测仪镜头面积为S，卫星离太阳中心的距离为R，普朗克常量为h，光速为c，求：

(1)每个光子的动量p和能量E；

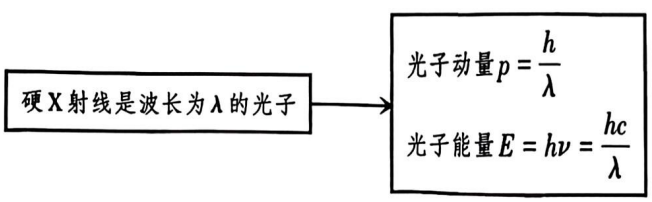
(2)太阳辐射硬X射线的总功率P.

【试题立意】

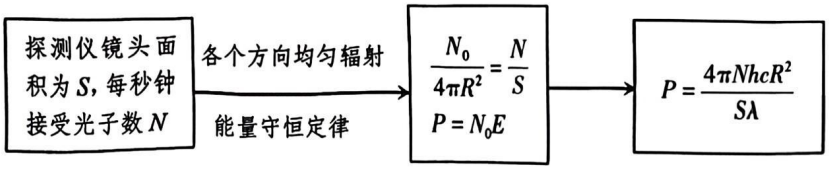
本题以“夸父一号”太阳探测卫星每秒接受太阳辐射硬X射线光子的数目为情境，考查能量量子化、光的波粒二象性、能量守恒定律等必备知识，要求学生能建构球面上单位时间单位面积辐射光子数目的模型，推断太阳辐射硬X射线的总功率。本题属于高考评价体系“四翼”中的应用性，学业质量水平4，中等难度题。

【解题分析】

第(1)问



第(2)问



【答题分析】

本题考查学生对光子动量和能量概念的理解以及模型建构能力和理解分析能力。从作答情况看，近一半的学生存在作答错误。

第(1)问的主要作答错误有：

①将光子的能量与经典物理中实物粒子的动能混淆，求动量时用$p=\sqrt{2mE_k}$，求能量用$E=\frac{p^2}{2m}$、$E=\frac{pc}{2}$和$E=\frac{mc^2}{2}$等。

②公式记忆混乱，比如$p=h\lambda$，或$p=\frac{\lambda}{h}$；比如$E=hc\lambda$，或$E=h\frac{\lambda}{c}$等类似错误。

③概念理解不清，将单个光子的动量和能量写成N个光子的总动量和总能量，得到$p=\frac{h}{N\lambda}$，$E=h\frac{\lambda}{Nc}$。

④盲目应用公式，使用光电效应方程求解光子能量。

第(2)问的主要作答错误有：

①审题不清。本题明确说明镜头每秒接收光子数N，但部分学生理解成光子从太阳到探测器行进的时间$t=\frac{R}{c}$内镜头接收光子数N，因此得到错误结果$P=\frac{4\pi RNhc^2}{S\lambda}$；还有将太阳功率理解成镜头接收到的功率，得到$P=N\frac{hc}{\lambda}$等。

②基础知识引用方面出现错误，将球体表面积公式写成$S=\frac{4}{3}\pi R^3$，或$S=2\pi R^2$，或$S=\pi R$等。

③求解过程中的思路不清。在求太阳每秒辐射硬X射线光子的数量时，写成$N_0=\frac{S}{4\pi R^2}N$；将空间问题当成平面问题处理，试图求解探测仪镜头所对应的圆心角占2π的比例，从而导致错误。还有些学生看到功率就直接引用公式$P=Fv$等。

专题四　实验探究

30.(2025年第11题)小明同学探究机械能守恒定律，实验装置如题11-1图.实验时，将小钢球在斜槽上某位置A由静止释放，钢球沿斜槽通过末端O处的光电门，光电门记录下钢球的遮光时间t.用游标卡尺测出钢球的直径d，由$v=\frac{d}{t}$得出其通过光电门的速度v，再计算出动能增加量$\Delta E_k=$

$\frac{1}{2}mv^2$.用刻度尺测得钢球下降的高度h,计算出重力势能减少量ΔE_k.

(1)安装实验装置的操作有:

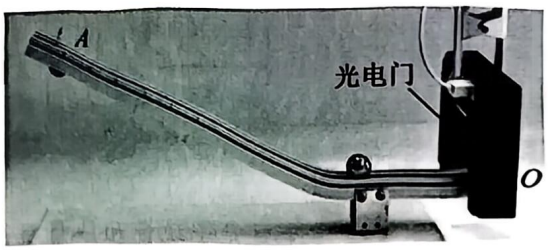
①在斜槽末端安装光电门

②调节斜槽在竖直平面内

③调节斜槽末端水平

④将斜槽安装到底座上

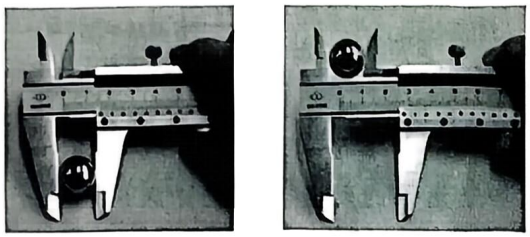
其合理的顺序是__▲__(选填"A""B"或"C").



(题11-1图)

(A)①②③④　(B)④②③①　(C)④①②③

(2)测量钢球直径的正确操作是题11-2图中__▲__(选填"甲"或"乙")所示的方式.


甲　乙

(题11-2图)

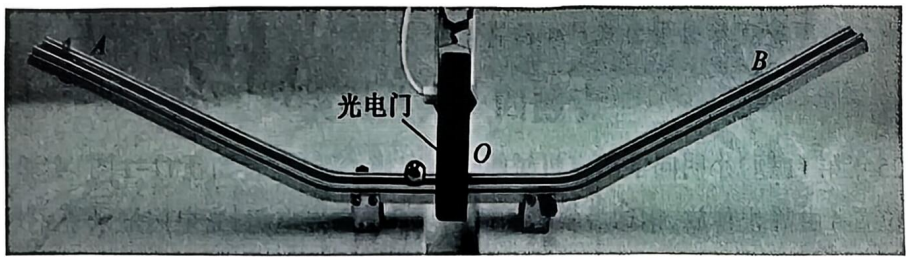
(3)在斜槽上5个不同的位置由静止释放钢球.测量得出的实验数据见表1.已知钢球的质量m=0.02kg,重力加速度g=9.80m/s^2.请将表1的数据补充完整.

表1

h/(10^{-2} m)	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
ΔE_k/(10^{-3} J)	4.90	6.25	7.45	8.78	10.0
ΔE_p/(10^{-3} J)	7.84	9.80	11.8	13.7	▲

(4)实验数据表明,ΔE_k明显小于ΔE_p,钢球在下降过程中发生机械能的损失.小明认为,机械能的损失主要是由于钢球受到的摩擦力做功造成的.

为验证此猜想,小明另取一个完全相同的斜槽按题11-3图平滑对接.若钢球从左侧斜槽上A点由静止释放,运动到右侧斜槽上,最高能到达B点,A、B两点高度差为H,则该过程中,摩擦力做功大小的理论值$W_{理}$=__▲__(用m、g、H表示).



(题11-3图)

(5)用题11-3图的装置,按表1中所列部分高度h进行实验,测得摩擦力做功大小$W_{测}$.由于观

察到H值较小，小明认为，AO过程摩擦力做功近似等于AB过程的一半，即$W_f=\frac{W_{测}}{2}$.然后通过表1的实验数据，计算出AO过程损失的机械能$\Delta E=\Delta E_p-\Delta E_k$.整理相关数据，见表2.

表2

h/(10^{-2} m)	4.00	5.00	6.00	7.00
ΔE/(10^{-3} J)	2.94	3.55	4.35	4.92
W_f/(10^{-3} J)	0.98	1.08	1.18	1.27

表2中ΔE与W_f相差明显.小明认为这是由于用$\frac{W_{测}}{2}$近似计算W_f不合理.你是否同意他的观点？请根据表2数据简要说明理由.

【试题立意】

本题用斜槽装置探究机械能守恒定律，考查机械能守恒定律、动能定理等必备知识，探究摩擦阻力做功与机械能变化量的关系，属于学习探索问题情境。本题考查学生的实验探究能力，要求学生具有较高的科学探究等学科素养。试题凸显了高考评价体系“四翼”中的综合性，属于学业质量水平4，中等难度题。

本题以照片形式呈现真实的实验场景，设问突出实验操作，有效避免学生死记硬背和“机械刷题”。

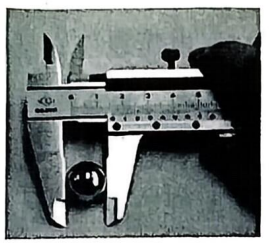
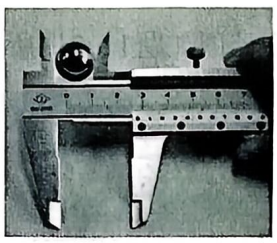
【解题分析】

第(1)问考查基本实验技能。排序原则是每步操作不能影响上一步的调节结果。

操作步骤
①在斜槽末端安装光电门
②调节斜槽在竖直平面内
③调节斜槽末端水平
④将斜槽安装到底座上

→ 光电门光电孔应与球心位置等高 → 合理操作顺序 ④②③①

第(2)问是考查基本实验器材的正确操作。

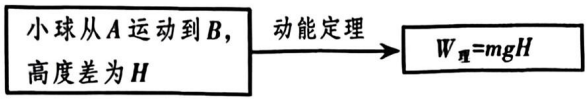
→ 外测量爪用于测量外径，内测量爪用于测量内径。选择甲

第(3)问是考查学生处理实验数据的能力。

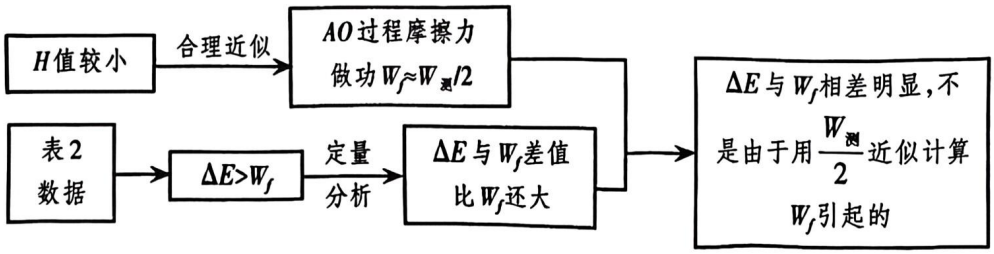
小球下降的高度h = 8.00 cm
小球的质量m = 0.02 kg
重力加速度g = 9.8 m/s^2

→ 重力势能减少量 $\Delta E_p=mg$ =15.7×10^{-3} J

第(4)问考查学生的推理论证能力。



第(5)问通过对测量数据的分析比较，考查学生的科学探究能力。



【答题分析】

第(1)问错选选项C的学生较多，主要原因在于学生对实验仪器不熟悉，以为光电门是安装在斜槽上。

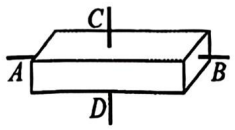
第(2)问作答出错的学生对游标卡尺内测量爪、外测量爪、深度尺等测量部件的功能掌握不到位。

第(3)问主要作答错误有：结果不符合有效数字位数要求，如把结果写成15.680、15.6、15.8、16.0等，或添加多余的科学记数法(重复$\times10^{-3}$)。

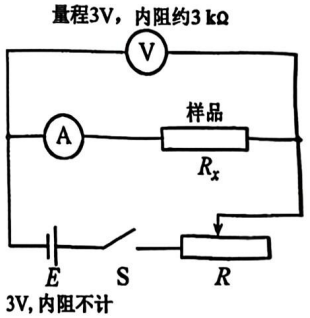
第(4)问主要作答错误的原因是审题不清楚，如题目要求书写摩擦力做功的大小，错误地写成$-mgH$；或混淆了h、H的含义，错写成mgh。

第(5)问主要作答错误有：一是观点判断出错，错写成“同意”，原因在于①学生注意到用$\frac{W_{测}}{2}$表示W_f是有误差的，且随着h的增大，这种误差也在增大，得出这种错误的观点；②分析出小球在O点有转动，在A、B两点处于静止状态，以为W_f应与转动的能量有关，而$\frac{W_{测}}{2}$没有包含转动部分的能量，从而错误地认为这种近似计算不合理。二是观点判断正确，给出的理由出错。原因在于忽略题干“根据表中数据说明理由”文本提示，数据解读缺失，仅仅定性说“误差大”，或“还有其他误差”。

31.(2024年第12题)某种材料制成的长方体样品如题12-1图所示，AB和CD方向分别用导线引出.小明实验测量该样品的电阻率，采用的实验电路图如题12-2图所示，电源、电压表规格已在图中标出，可选用的电流表和滑动变阻器有：电流表A_1(量程0~20 mA，内阻约4 Ω)，电流表A_2(量程0~100 mA，内阻约1 Ω)；滑动变阻器R_1(最大阻值10 Ω)，滑动变阻器R_2(最大阻值50 Ω).



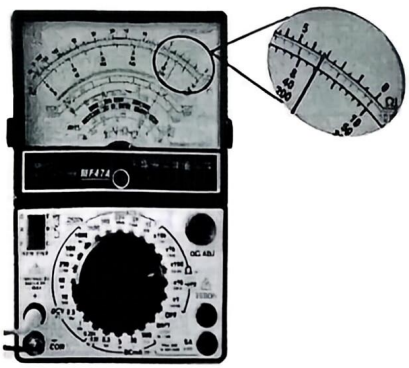
(题12-1图)



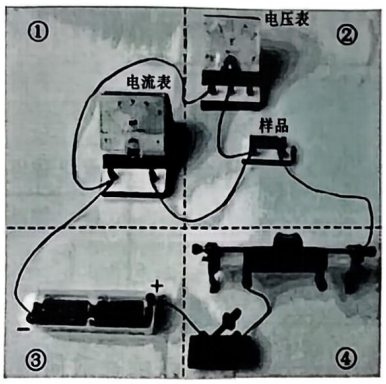
(题12-2图)

(1)将多用电表的选择开关旋转到欧姆挡，试测样品A、B间的电阻，多用电表读数如

题12-3图所示，电阻值为__▲__Ω. 试测样品C、D间的电阻，电阻值约为10 Ω.



（题12-3图）



（题12-4图）

（2）按题12-2图连接实物电路，如题12-4图所示，其中滑动变阻器应选用__▲__（选填“R_1”或“R_2”）.

（3）题12-4图中有一根导线连接错误，出现在__▲__区域（选填“①”“②”“③”或“④”）. 正确连线后，用电压表、电流表A_1测得样品A、B间的电阻值R_{AB}.

（4）换用电流表A_2对样品C、D间的电阻进行测量. 闭合开关前，应将题12-4图中所示的滑动变阻器的滑片置于__▲__（选填“最左端”或“最右端”）. 闭合开关，测量样品C、D间的电压和电流，得到电阻值R_{CD}.

（5）根据样品电阻值和尺寸计算沿AB和CD方向的电阻率，结果如下表.

	AB方向	CD方向
电阻率ρ/(Ω·m)	1.01	1.13

样品沿各个方向电阻率应当相等. 实验发现，两个方向上测得的电阻率值差异较大. 有同学认为，沿CD方向样品电阻率的测量值较为准确，因为沿CD方向所用电流表A_2的内阻比A_1小，对测量结果影响较小. 你是否同意该同学的观点？请简要说明理由.

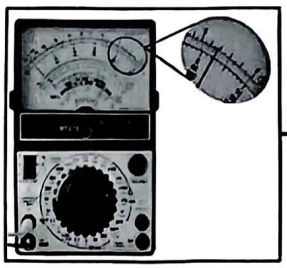
【试题立意】

本题用伏安法测未知材料的电阻率，探究电流表内阻对测量结果的影响，考查欧姆定律、串并联电路等必备知识，属于学习探索情境，要求学生能够根据闭合电路欧姆定律建立恰当的模型探究实验误差的原因。考查学生推理论证能力和实验探究能力，要求学生具有较高的科学探究等学科素养，凸显考查的综合性。本题属于学业质量水平4，中等难度题。

实验电路设计和实验器材使用均以真实照片呈现，营造真实的实验场景，要求学生在真实的场景中完成观察、操作和思考，用“真情境”考查“真能力”，力求引导中学重视实验教学，真做实验，做真实验。

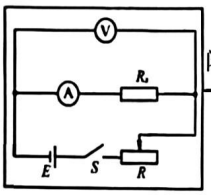
【解题分析】

第(1)问是多用电表读数问题,考查基本实验技能。

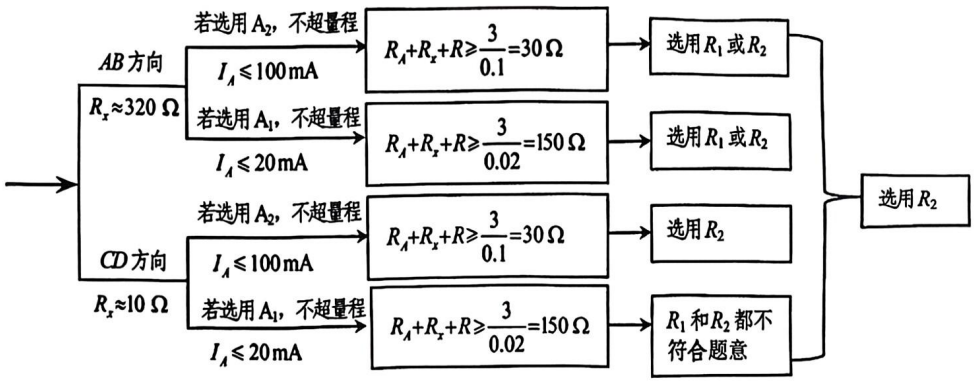


电阻值是读数乘以倍率 → 读数是3.2,欧姆表倍率是100,电阻值为320 Ω

第(2)问是滑动变阻器的选取问题,涉及闭合电路欧姆定律的理解和实验安全知识的了解。



闭合电路欧姆定律 → 电路中总电流 $I=\dfrac{E}{\dfrac{R_V(R_A+R_x)}{R_V+R_A+R_x}+R}$ → $R_V>R_A+R_x$ → 电流表的电流 $I_A\approx I\approx\dfrac{E}{R_A+R_x+R}$



$R_x\approx320\ \Omega$ 时,选用A_2、R_1或R_2 → $I_A<\dfrac{E}{R_x}\approx\dfrac{3}{320}\ mA\approx9\ mA<100\ mA$ → 电流表指针偏转过小,实验方案不合适

第(3)问是电路连接问题,涉及电压表的正确使用。

实验电路,电压表与电流表和样品的支路并联

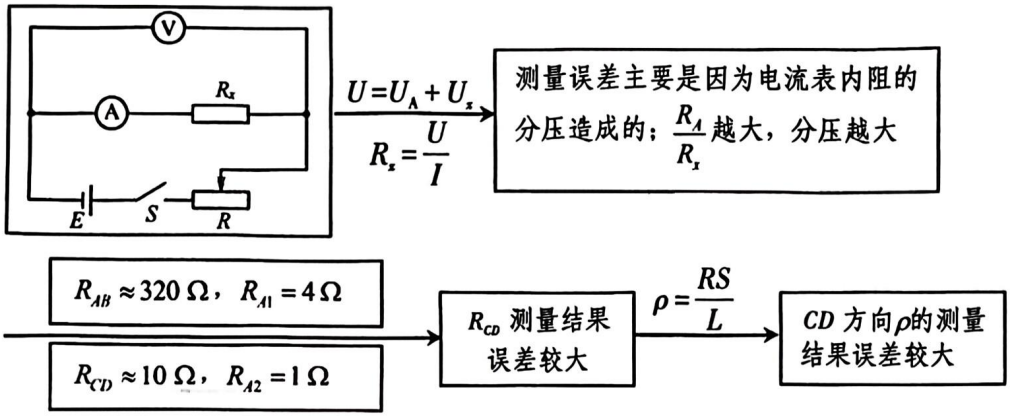
实物电路,电压表仅与电流表并联

→ 错误位于区域②

第(4)问是滑动变阻器的操作问题,涉及实验安全以及实验操作规范。

开始实验前,滑动变阻器应处于最大阻值 → 应当置于最右端

第(5)问考查实验误差的来源,主要考查学生的探究能力。



【答题分析】

第(1)问学生作答错误较多，主要原因有：

①没有考虑欧姆挡的倍率或倍率读错，如读成3.2或32等。

②把直流电流的刻度线当成电阻的刻度线，如出现42.5、212、420、820等读数。

③估读出现错误。

第(2)问作答错误的主要原因是对闭合电路欧姆定律等基础知识掌握不好，机械地选择阻值小的滑动变阻器。还有少部分学生考虑问题不全面，仅考虑了测量AB方向样品电阻的情况，以为选用R_1较好，而没有考虑测量CD方向电阻时只能选用R_2的情况。

第(3)问大部分学生能正确作答，少部分学生作答出现错误，原因是未能将实验电路与实物电路正确联系起来。

第(4)问作答正确率较高。

第(5)问作答包含两个部分：对测量误差大小的判断和对该判断的原因分析。

一部分学生对测量误差大小的判断出错，回答“同意”的观点，错误的原因是直接根据两个电流表内阻大小判断其分压情况，没有考虑被测电阻的阻值发生了变化，误以为A_2内阻小于A_1的，A_2分压作用较小。

大部分作答错误表现在对“不同意”的原因分析上，主要有：

①在分析两个误差大小的原因上出错，如从电流表量程上考虑误差，以为A_2量程大，读数不准确；如从样品尺寸的角度考虑误差，根据$\rho_{测}=\frac{S}{L}(R_x+R_A)=\rho_{实}+\frac{S}{L}R_A$，测量误差由$\frac{S}{L}R_A$决定，因为$R_A$小，$\frac{S}{L}$大，所以无法确定或因为$\frac{S}{L}$较大，测量$CD$方向阻值时误差较大；如认为两个方向的电阻率的差值是由偶然误差导致的。

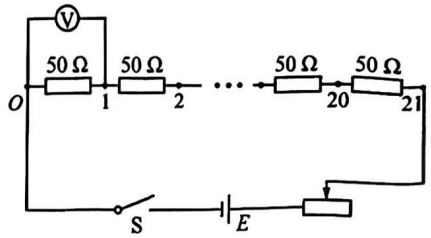
②只分析误差产生的原因，没有比较两个误差的大小，如电流热效应产生热量，导致电阻率发生变化，从而产生误差；如从电压表的分流产生误差，应采用理想电压表。

③认为测量结果没有误差。如认为电流表内阻不影响测量结果，理由是在最后结果中减去电流表的内阻值即可；如因为电流表内阻$R_{A_2}<R_{A_1}$，推导出$\rho_{CD}<\rho_{AB}$，说明表格中数据与事实不符；如认为电阻率是一个定值，与实验器材选择、实验方案等无关。

④用死记硬背的一些结论对实验方案进行评价。如测量CD方向电阻时，由于$R=\sqrt{R_A R_V}=10\sqrt{30}>10$，电流表应采用外接法等。在错误作答中，这样的作答占比较大。

⑤不知道怎么分析误差，没有作答。

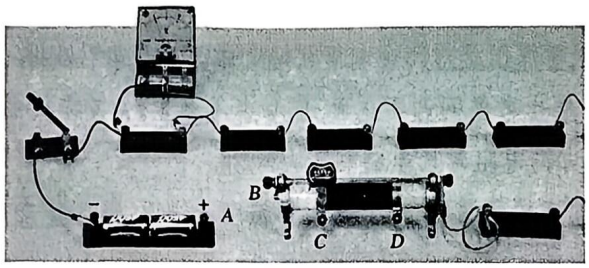
32.(2023年第12题)小明通过实验探究电压表内阻对测量结果的影响.所用器材有：干电池(电动势约1.5 V，内阻不计)2节；两量程电压表(量程0～3 V，内阻约3 kΩ；量程0～15 V，内阻约15 kΩ)1个；滑动变阻器(最大阻值50 Ω)1个；定值电阻(阻值50 Ω)21个；开关1个及导线若干.实验电路如题12-1图所示.



(题12-1图)

(1)电压表量程应选用__▲__(选填“3 V”或“15 V”).

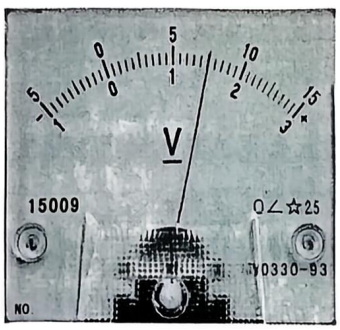
(2)题12-2图为该实验的实物电路(右侧未拍全).先将滑动变阻器的滑片置于如图所示的位置，然后用导线将电池盒上接线柱A与滑动变阻器的接线柱__▲__(选填“B”“C”“D”)连接，再闭合开关，开始实验.



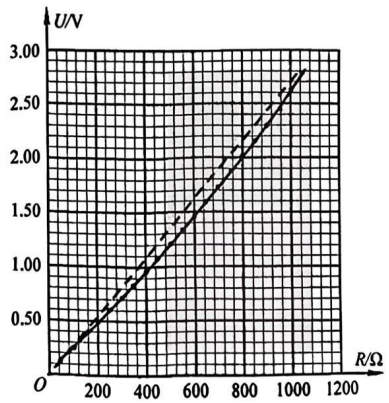
(题12-2图)

(3)将滑动变阻器滑片移动到合适位置后保持不变，依次测量电路中O与1，2，…，21之间的电压.某次测量时，电压表指针位置如题12-3图所示，其示数为__▲__V.根据测量数据作出电压U与被测电阻值R的关系图线，如题12-4图中实线所示.

(4)在题12-1图所示的电路中，若电源电动势为E，电压表视为理想电压表，滑动变阻器接入的阻值为R_1，定值电阻的总阻值为R_2，当被测电阻为R时，其两端的电压U=__▲__(用E、R_1、R_2、R表示)，据此作出U-R理论图线如题12-4图中虚线所示.小明发现被测电阻较小或较大时，电压的实测值与理论值相差较小.



(题12-3图)



(题12-4图)

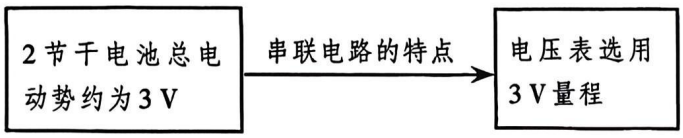
(5)分析可知,当R较小时,U的实测值与理论值相差较小,是因为电压表的分流小,电压表内阻对测量结果影响较小.小明认为,当R较大时,U的实测值与理论值相差较小,也是因为相同的原因.你是否同意他的观点?请简要说明理由.

【试题立意】

本题以电压表测量串联电路中不同电阻上的电压来研究电压表内阻对测量结果的影响,属于学习探索情境,考查欧姆定律、串并联电路等必备知识和实验探究能力,要求学生具有科学思维等学科素养。本题属于高考评价体系"四翼"中的创新性,学业质量水平4,中等难度题。

【解题分析】

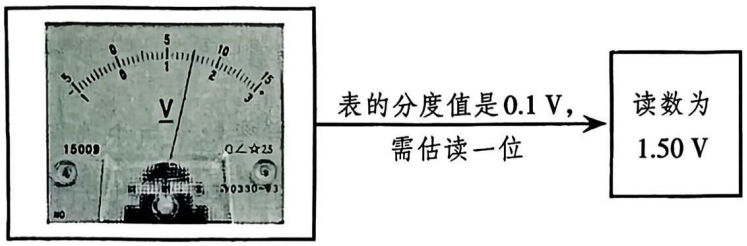
第(1)问是电压表量程的选取问题,涉及基本实验仪器使用。



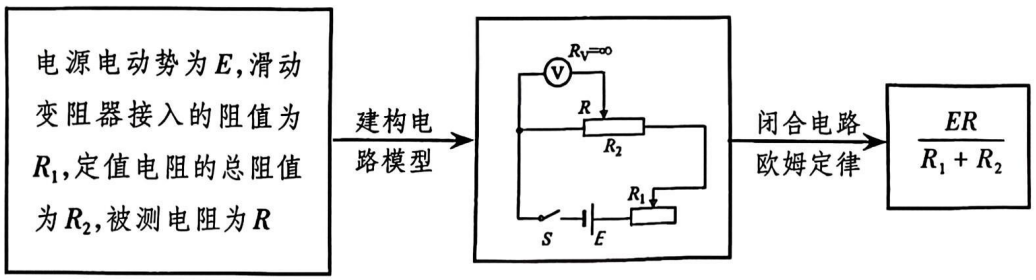
第(2)问是电路连接问题,涉及实验安全以及实验操作规范。



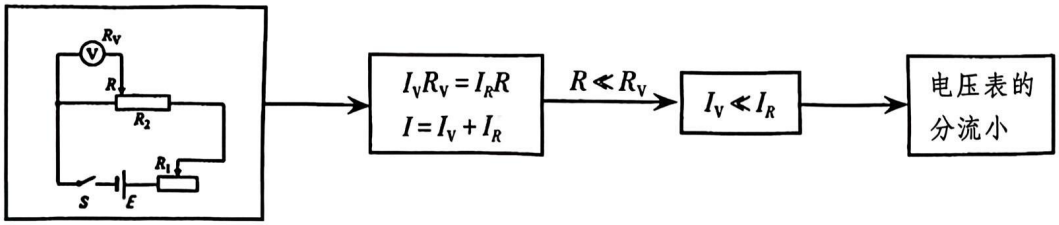
第(3)问是电表读数问题,考查基本实验技能。

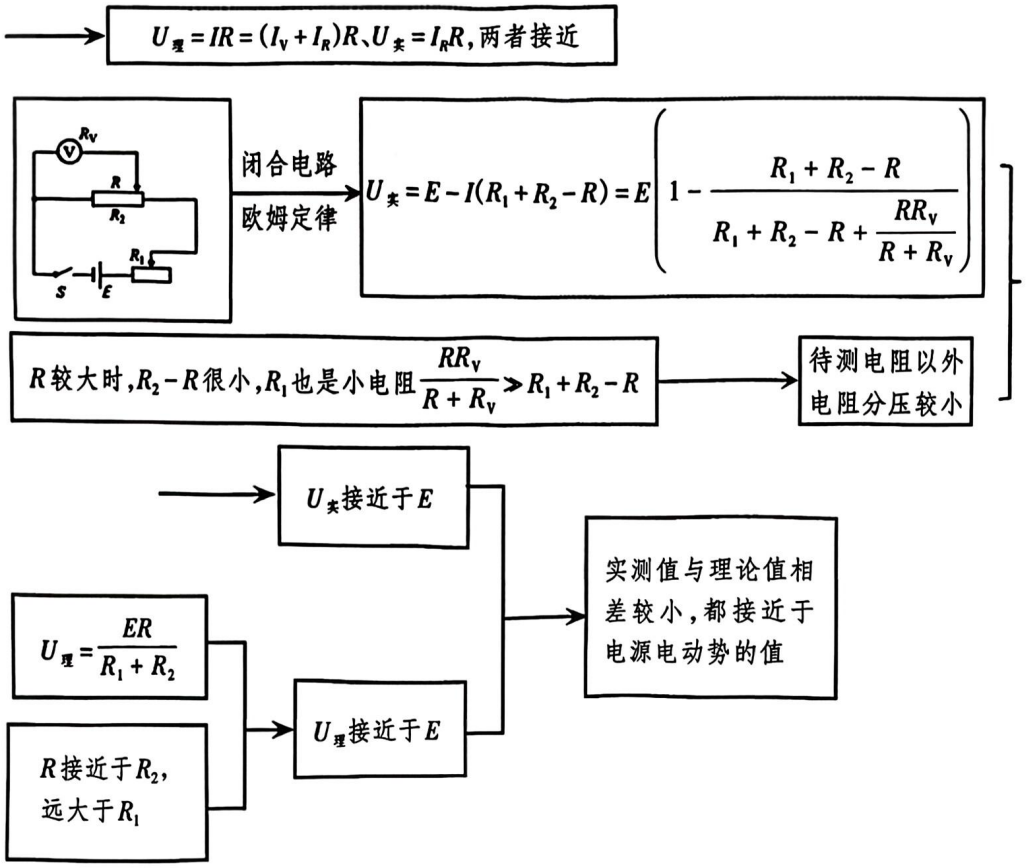


第(4)问考查实验基本原理。



第(5)问考查实验误差的来源,主要考查学生的探究能力。





【答题分析】

第(1)问作答出错不多，个别错误是因为没有仔细审题。

第(2)问错选率较高，近四成学生错选了选项B，主要原因是学生没有理解本题中选择合适的连接位置后再“闭合开关”，这就要求连接的位置要让滑动变阻器的阻值比较大。

第(3)问作答错误主要是未能正确估读。

第(4)问主要作答错误有：

①读题不仔细，因为题干中提到“定值电阻的总阻值为R_2”，就认为定值电阻阻值为R_2，得出$\frac{RE}{R_1+21R_2}$或者$\frac{RE}{R_1+R_2+R}$的错误结果，把原本属于总阻值R_2的待测电阻部分又重新算了一遍。

②基础知识点不扎实。不清楚分压公式，写出$\frac{E}{R(R_1+R_2)}$或者$\frac{ER_1R_2}{R_1+R_2}$的错误结果。

第(5)问主要作答错误有：

①反驳没有依据。题干中小明认为R大的时候，电压表的分流小，所以电压表内阻对测量结果影响较小。

②不会正确分析电路。没能够正确地分析出电阻R增大时，回路中总电阻、总电流变化情况，导致的电压表示数变化。

③没有陈述原因。没有表述当R大时，待测电阻以外的部分分压小，即电压表测量值和理论值接近电源电动势。