

机密★启用前

云南省 2025 年普通高中学业水平选择性考试

物理

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号填写在答题卡上，并认真核准条形码上的姓名、准考证号、考场号、座位号及科目，在规定的位置贴好条形码。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，用黑色碳素笔将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. 2025 年 3 月，我国科学家研制的碳 14 核电池原型机“烛龙一号”发布，标志着我国在核能技术领域与微型核电池领域取得突破。碳 14 的衰变方程为 ${}_{6}^{14}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{14}\text{N} + \text{X}$ ，则 ()

- A. X 为电子，是在核内中子转化为质子的过程中产生的
- B. X 为电子，是在核内质子转化为中子的过程中产生的
- C. X 为质子，是由核内中子转化而来的
- D. X 为中子，是由核内质子转化而来的

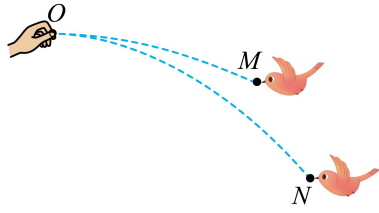
2. 如图所示，中老铁路国际旅客列车从云南某车站由静止出发，沿水平直轨道逐渐加速到 144km/h，在此过程中列车对座椅上的一高中生所做的功最接近 ()



- A. $4 \times 10^5 \text{J}$
- B. $4 \times 10^4 \text{J}$
- C. $4 \times 10^3 \text{J}$
- D. $4 \times 10^2 \text{J}$

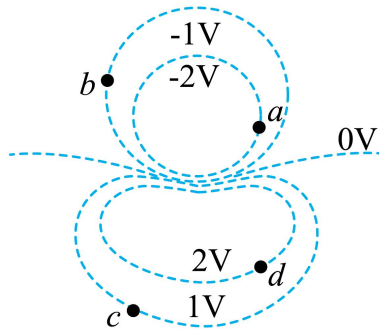
3. 如图所示，某同学将两颗鸟食从 O 点水平抛出，两只小鸟分别在空中的 M 点和 N 点同

时接到鸟食。鸟食的运动视为平抛运动，两运动轨迹在同一竖直平面内，则（ ）



- A. 两颗鸟食同时抛出
- B. 在 N 点接到的鸟食后抛出
- C. 两颗鸟食平抛的初速度相同
- D. 在 M 点接到的鸟食平抛的初速度较大

4. 某介电电泳实验使用非匀强电场，该电场的等势线分布如图所示。 a 、 b 、 c 、 d 四点分别位于电势为 $-2V$ 、 $-1V$ 、 $1V$ 、 $2V$ 的等势线上，则（ ）



- A. a 、 b 、 c 、 d 中 a 点电场强度最小
- B. a 、 b 、 c 、 d 中 d 点电场强度最大
- C. 一个电子从 b 点移动到 c 点电场力做功为 $2eV$
- D. 一个电子从 a 点移动到 d 点电势能增加了 $4eV$

5. 国际编号为 192391 的小行星绕太阳公转的周期约为 5.8 年，该小行星与太阳系内八大行星几乎在同一平面内做圆周运动。规定地球绕太阳公转的轨道半径为 $1AU$ ，八大行星绕太阳的公转轨道半径如下表所示。忽略其它行星对该小行星的引力作用，则该小行星的公转轨道应介于（ ）

行星	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
轨道半径 R / AU	0.39	0.72	1.0	1.5	5.2	9.5	19	30

- A. 金星与地球的公转轨道之间
- B. 地球与火星的公转轨道之间
- C. 火星与木星的公转轨道之间
- D. 天王星与海王星的公转轨道之间

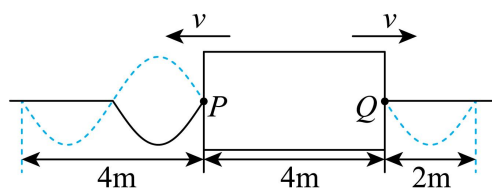
6. 如图所示，质量为 m 的滑块（视为质点）与水平面上 MN 段的动摩擦因数为 μ_1 ，与其余

部分的动摩擦因数为 μ_2 ，且 $\mu_1 > \mu_2$ 。第一次，滑块从 I 位置以速度 v_0 向右滑动，通过 MN 段后停在水平面上的某一位置，整个运动过程中，滑块的位移大小为 x_1 ，所用时间为 t_1 ；第二次，滑块从 II 位置以相同速度 v_0 向右滑动，通过 MN 段后停在水平面上的另一位置，整个运动过程中，滑块的位移大小为 x_2 ，所用时间为 t_2 。忽略空气阻力，则 ()



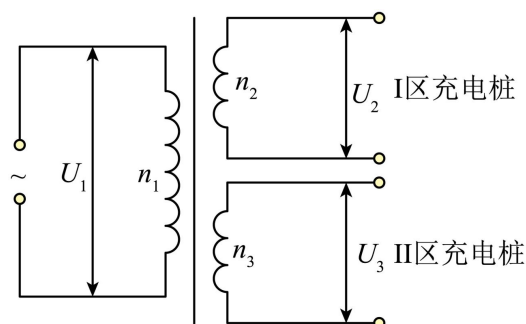
- A. $t_1 < t_2$ B. $t_1 > t_2$ C. $x_1 > x_2$ D. $x_1 < x_2$

7. 如图所示，均匀介质中矩形区域内有一位置未知的波源。 $t = 0$ 时刻，波源开始振动产生简谐横波，并以相同波速分别向左、右两侧传播， P 、 Q 分别为矩形区域左右两边界上振动质点的平衡位置。 $t = 1.5\text{s}$ 和 $t = 2.5\text{s}$ 时矩形区域外波形分别如图中实线和虚线所示，则 ()



- A. 波速为 2.5m/s
 B. 波源的平衡位置距离 P 点 1.5m
 C. $t = 1.0\text{s}$ 时，波源处于平衡位置且向下运动
 D. $t = 5.5\text{s}$ 时，平衡位置在 P 、 Q 处的两质点位移相同

8. 电动汽车充电桩的供电变压器（视为理想变压器）示意图如图所示。变压器原线圈的匝数为 n_1 ，输入电压 $U_1 = 1.1\text{kV}$ ；两副线圈的匝数分别为 n_2 和 n_3 ，输出电压 $U_2 = U_3 = 220\text{V}$ 。当 I、 II 区充电桩同时工作时，两副线圈的输出功率分别为 7.0kW 和 3.5kW ，下列说法正确的是 ()



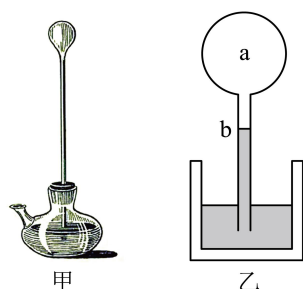
A. $n_1 : n_2 = 5 : 1$

B. $n_1 : n_3 = 1 : 5$

C. 变压器的输入功率为10.5kW

D. 两副线圈输出电压最大值均为220V

9. 图甲为1593年伽利略发明的人类历史上第一支温度计，其原理如图乙所示。硬质玻璃泡 a 内封有一定质量的气体（视为理想气体），与 a 相连的 b 管插在水槽中固定， b 管中液面高度会随环境温度变化而变化。设 b 管的体积与 a 泡的体积相比可忽略不计，在标准大气压 p_0 下， b 管上的刻度可以直接读出环境温度。则在 p_0 下（ ）



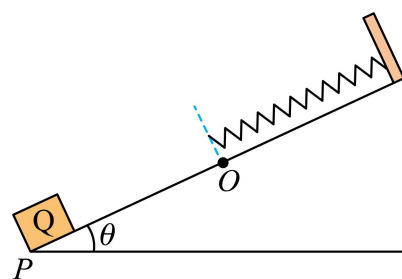
A. 环境温度升高时， b 管中液面升高

B. 环境温度降低时， b 管中液面升高

C. 水槽中的水少量蒸发后，温度测量值偏小

D. 水槽中的水少量蒸发后，温度测量值偏大

10. 如图所示，倾角为 θ 的固定斜面，其顶端固定一劲度系数为 k 的轻质弹簧，弹簧处于原长时下端位于 O 点。质量为 m 的滑块 Q （视为质点）与斜面间的动摩擦因数 $\mu = \tan \theta$ 。过程 I: Q 以速度 v_0 从斜面底端 P 点沿斜面向上运动恰好能滑至 O 点；过程 II: 将 Q 连接在弹簧的下端并拉至 P 点由静止释放， Q 通过 M 点（图中未画出）时速度最大，过 O 点后能继续上滑。弹簧始终在弹性限度内，假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，忽略空气阻力，重力加速度为 g 。则（ ）



A. P 、 M 两点之间的距离为 $\frac{kv_0^2 - 4mg^2 \sin^2 \theta}{4kg \sin \theta}$

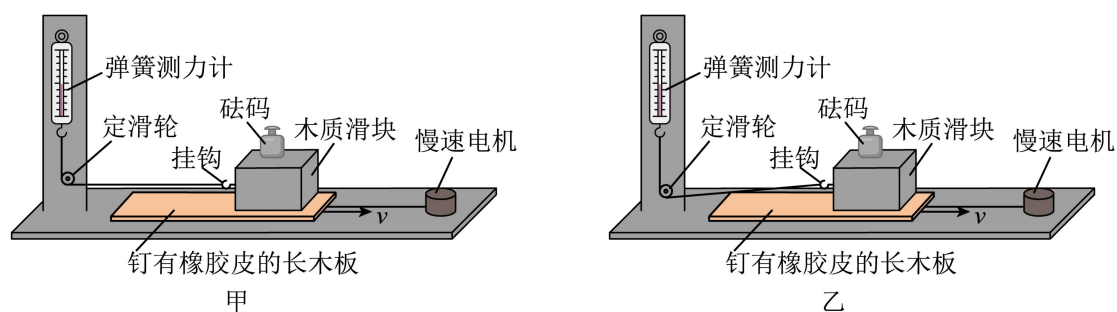
B. 过程 II 中， Q 在从 P 点单向运动到 O 点的过程中损失的机械能为 $\frac{1}{4}mv_0^2$

C. 过程 II 中， Q 从 P 点沿斜面向上运动的最大位移为 $\frac{kv_0^2 - 8mg^2 \sin^2 \theta}{2kg \sin \theta}$

D. 连接在弹簧下端的 Q 无论从斜面上何处释放，最终一定静止在 OM （含 O 、 M 点）之间

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。其中 13~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. 某实验小组做了测量木质滑块与橡胶皮之间动摩擦因数 μ 的实验，所用器材如下：钉有橡胶皮的长木板、质量为 250g 的木质滑块（含挂钩）、细线、定滑轮、弹簧测力计、慢速电机以及砝码若干。实验装置如图甲所示。



实验步骤如下：

- ①将长木板放置在水平台面上，滑块平放在橡胶面上；
- ②调节定滑轮高度，使细线与长木板平行（此时定滑轮高度与挂钩高度一致）；
- ③用电机缓慢拉动长木板，当长木板相对滑块匀速运动时，记录弹簧测力计的示数 F ；
- ④在滑块上分别放置 50g、100g 和 150g 的砝码，重复步骤③；
- ⑤处理实验数据（重力加速度 g 取 9.80m/s^2 ）。

实验数据如下表所示：

滑块和砝码的总质量 M / g	弹簧测力计示数 F / N	动摩擦因数 μ
250	1.12	0.457
300	1.35	a
350	1.57	0.458
400	1.79	0.457

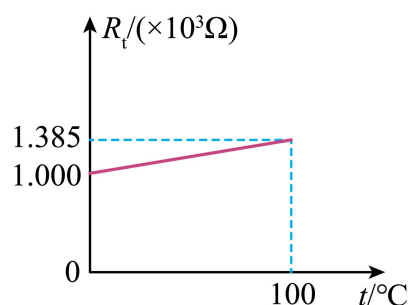
完成下列填空：

- (1)表格中 a 处的数据为_____（保留 3 位有效数字）；
- (2)其它条件不变时，在实验误差允许的范围内，滑动摩擦力的大小与接触面上压力的大小_____， μ 与接触面上压力的大小_____（以上两空填“成正比”“成反比”或“无关”）；

(3)若在实验过程中未进行步骤②，实验装置如图乙所示，挂钩高于定滑轮，则 μ 的测量结果将_____（填“偏大”“偏小”或“不变”）。

12. 基于铂电阻阻值随温度变化的特性，某兴趣小组用铂电阻做了测量温度的实验。可选用的器材如下：Pt1000 型号铂电阻、电源 E （电动势 $5V$ ，内阻不计）、电流表 A_1 。（量程 $100\mu A$ ，内阻 $4.5k\Omega$ ）、电流表 A_2 （量程 $500\mu A$ ，内阻约 $1k\Omega$ ）、定值电阻 R_1 （阻值 $15k\Omega$ ）、定值电阻 R_2 （阻值 $1.5k\Omega$ ）、开关 S 和导线若干。

查阅技术手册可知，Pt1000 型号铂电阻测温时的工作电流在 $0.1\sim 0.3mA$ 之间，在 $0\sim 100^\circ C$ 范围内，铂电阻的阻值 R_t 随温度 t 的变化视为线性关系，如图（a）所示。

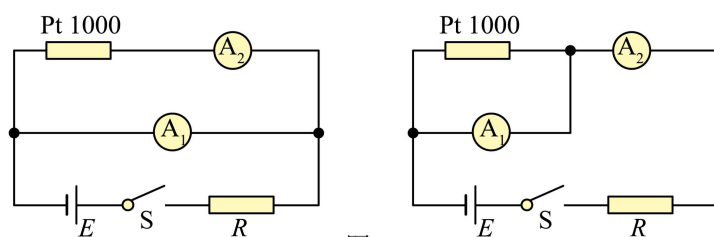


图(a)

完成下列填空：

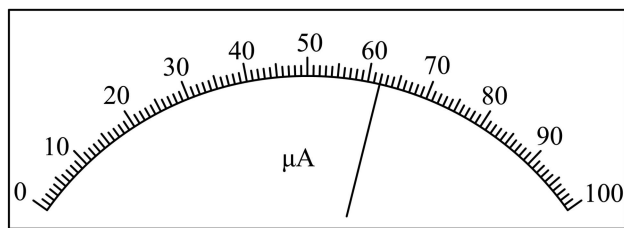
(1)由图（a）可知，在 $0\sim 100^\circ C$ 范围内，温度每升高 $1^\circ C$ ，该铂电阻的阻值增加_____ Ω ；

(2)兴趣小组设计了如图（b）所示的甲、乙两种测量铂电阻阻值的电路图，能准确测出铂电阻阻值的是_____（填“甲”或“乙”），保护电阻 R 应选_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”）；



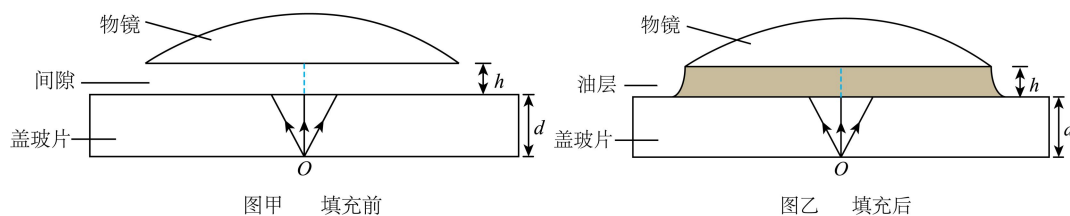
图(b)

(3)用（2）问中能准确测出铂电阻阻值的电路测温时，某次测量读得 A_2 示数为 $295\mu A$ ， A_1 示数如图（c）所示，该示数为_____ μA ，则所测温度为_____ $^\circ C$ （计算结果保留 2 位有效数字）。



图(c)

13. 用光学显微镜观察样品时, 显微镜部分结构示意图如图甲所示。盖玻片底部中心位置 O 点的样品等效为点光源, 为避免 O 点发出的光在盖玻片上方界面发生全反射, 可将盖玻片与物镜的间隙用一滴油填充, 如图乙所示。已知盖玻片材料和油的折射率均为 1.5, 盖玻片厚度 $d = 2.0\text{mm}$, 盖玻片与物镜的间距 $h = 0.20\text{mm}$, 不考虑光在盖玻片中的多次反射, 取真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, $\pi = 3.14$ 。

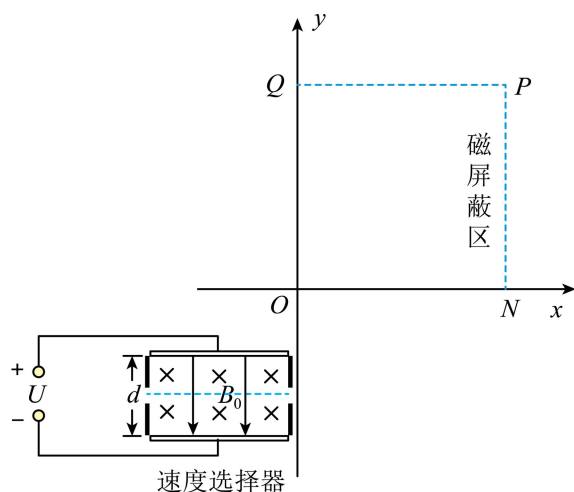


图甲 填充前

图乙 填充后

- (1) 求未滴油时, O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光面积 (结果保留 2 位有效数字);
- (2) 滴油前后, 光从 O 点传播到物镜的最短时间分别为 t_1 、 t_2 , 求 $t_2 - t_1$ (结果保留 2 位有效数字)。

14. 磁屏蔽技术可以降低外界磁场对屏蔽区域的干扰。如图所示, $x \geq 0$ 区域存在垂直 Oxy 平面向里的匀强磁场, 其磁感应强度大小为 B_1 (未知)。第一象限内存在边长为 $2L$ 的正方形磁屏蔽区 $ONPQ$, 经磁屏蔽后, 该区域内的匀强磁场方向仍垂直 Oxy 平面向里, 其磁感应强度大小为 B_2 (未知), 但满足 $0 < B_2 < B_1$ 。某质量为 m 、电荷量为 $q (q > 0)$ 的带电粒子通过速度选择器后, 在 Oxy 平面内垂直 y 轴射入 $x \geq 0$ 区域, 经磁场偏转后刚好从 ON 中点垂直 ON 射入磁屏蔽区域。速度选择器两极板间电压 U 、间距 d 、内部磁感应强度大小 B_0 已知, 不考虑该粒子的重力。

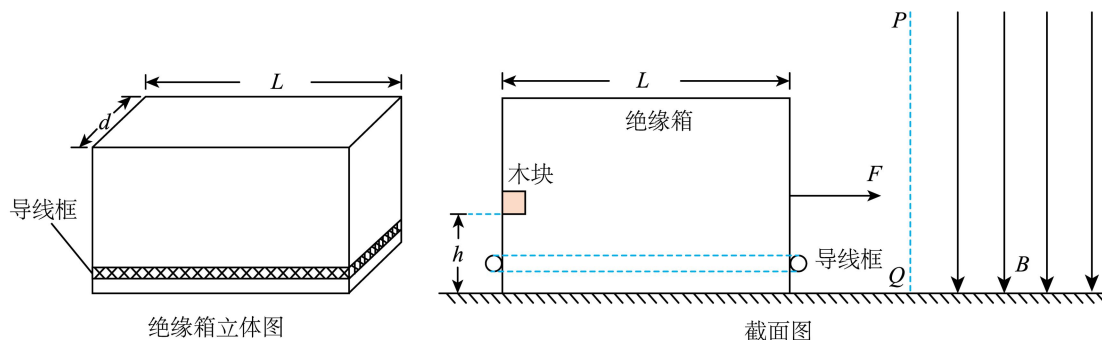


(1)求该粒子通过速度选择器的速率；

(2)求 B_1 以及 y 轴上可能检测到该粒子的范围；

(3)定义磁屏蔽效率 $\eta = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$ ，若在 Q 处检测到该粒子，则 η 是多少？

15. 如图所示，光滑水平面上有一个长为 L 、宽为 d 的长方体空绝缘箱，其四周紧固一电阻为 R 的水平矩形导线框，箱子与导线框的总质量为 M 。与箱子右侧壁平行的磁场边界平面如截面图中虚线 PQ 所示，边界右侧存在范围足够大的匀强磁场，其磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下。 $t=0$ 时刻，箱子在水平向右的恒力 F （大小未知）作用下由静止开始做匀加速直线运动，这时箱子左侧壁上距离箱底 h 处、质量为 m 的木块（视为质点）恰好能与箱子保持相对静止。箱子右侧壁进入磁场瞬间，木块与箱子分离；箱子完全进入磁场前某时刻，木块落到箱子底部，且箱子与木块均不反弹（木块下落过程中与箱子侧壁无碰撞）；木块落到箱子底部时即撤去 F 。运动过程中，箱子右侧壁始终与磁场边界平行，忽略箱壁厚度、箱子形变、导线粗细及空气阻力。木块与箱子内壁间的动摩擦因数为 μ ，假设最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。



(1)求 F 的大小；

(2)求 $t=0$ 时刻，箱子右侧壁距磁场边界的最小距离；

(3)若 $t=0$ 时刻，箱子右侧壁距磁场边界的距离为 s (s 大于(2)问中最小距离)，求最终木块与箱子的速度大小。

1. A

【详解】根据质量数和电荷数守恒有 ${}^6_{14}\text{C} \rightarrow {}^7_{14}\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$

可知 X 为电子，电子是在核内中子转化为质子的过程中产生的。

故选 A。

2. B

【详解】高中生的质量约为 50kg，根据动能定理有 $W = \frac{1}{2}mv^2 = 4.0 \times 10^4 \text{J}$

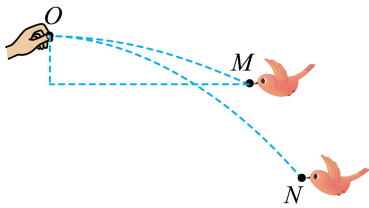
故选 B。

3. D

【详解】AB. 鸟食的运动视为平抛运动，则在竖直方向有 $h = \frac{1}{2}gt^2$

由于 $h_M < h_N$ ，则 $t_M < t_N$ ，要同时接到鸟食，则在 N 点接到的鸟食先抛出，故 AB 错误；

CD. 在水平方向有 $x = v_0t$ ，如图



过 M 点作一水平面，可看出在相同高度处 M 点的水平位移大，则 M 点接到的鸟食平抛的初速度较大，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

4. C

【详解】AB. 根据等势面越密集电场强度越大，可知 a、b、c、d 中 a 点电场强度最大，故 AB 错误；

C. 一个电子从 b 点移动到 c 点电场力做功为 $W_{bc} = -eU_{bc} = 2\text{eV}$

故 C 正确；

D. 一个电子从 a 点移动到 d 点电场力做功为 $W_{ad} = -eU_{bc} = 4\text{eV}$

由于电场力做正功电势能减小，则一个电子从 a 点移动到 d 点电势能减小了 4eV，故 D 错误。

故选 C。

5. C

【详解】根据开普勒第三定律可知 $\frac{r_{\text{行}}^3}{T_{\text{行}}^2} = \frac{r_{\text{地}}^3}{T_{\text{地}}^2}$

其中 $r_{\text{地}}=1\text{AU}$ ， $T_{\text{地}}=1\text{年}$ ， $T_{\text{行}}=5.8\text{年}$

代入解得 $r_{\text{行}} \approx 3.23\text{AU}$

故可知该小行星的公转轨道应介于火星与木星的公转轨道之间。

故选 C。

6. A

【详解】CD. 对两种运动的整个过程根据能量守恒有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \mu_1 mgx_{MN} + \mu_2 mg(x_1 - x_{MN})$,

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \mu_1 mgx_{MN} + \mu_2 mg(x_2 - x_{MN})$$

可得 $x_1 = x_2$ ，故 CD 错误；

AB. 根据牛顿第二定律 $\mu mg = ma$

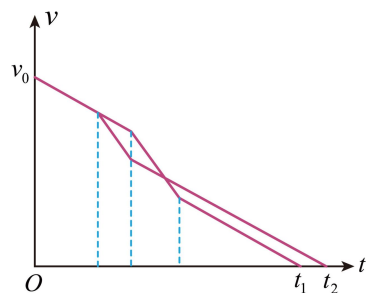
可得 $a = \mu g$

由于 $\mu_1 > \mu_2$ ，故滑块在 MN 上时的加速度大，根据前面分析可知两次运动的总位移相等，

即两次运动过程中 $v-t$ 图像与横轴围成的面积相等，由于第二次时滑块距离 M 点的距离较

近，根据公式 $v_0^2 - v^2 = 2\mu_2 gx$ 可知第二次到达 M 点时速度较大，作出整个过程中两种运动状

态的 $v-t$ 图像



可得 $t_2 > t_1$ ，故 A 正确，B 错误；

故选 A。

7. D

【详解】A. 根据波形可知 $\lambda = 4\text{m}$ ， $\frac{1}{2}T = 2.5\text{s} - 1.5\text{s}$

可得 $T = 2\text{s}$

故波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 2\text{m/s}$

故 A 错误;

B. 设波源的平衡位置距离 P 点距离为 x_0 , 根据左侧 $t = 1.5\text{s}$ 时的波形可知 $\frac{2+x_0}{v} = 1.5\text{s}$

解得 $x_0 = 1\text{m}$

故 B 错误;

C. 根据左侧实线波形结合同侧法可知波源刚开始的振动方向向下, 由于 $t = 1.0\text{s} = \frac{1}{2}T$, 故可知此时波源处于平衡位置且向上运动, 故 C 错误;

D. 由于 $x_0 = 1\text{m}$, 可知波源的平衡位置距离 Q 点距离为 $x_1 = 3\text{m}$

故波传到 PQ 两点的时间分别为 $t_0 = \frac{x_0}{v} = 0.5\text{s}$, $t_1 = \frac{x_1}{v} = 1.5\text{s}$

故 $t = 5.5\text{s}$ 时, 平衡位置在 P 、 Q 处的两质点已经振动的的时间分别为 $t_0' = 5.5\text{s} - 0.5\text{s} = \frac{5}{2}T$,

$t_1' = 5.5\text{s} - 1.5\text{s} = 2T$

由于波源刚开始向下振动, 故 $t = 5.5\text{s}$ 时, P 处质点处于平衡位置向上振动, Q 处质点处于平衡位置向下振动, 故此时平衡位置在 P 、 Q 处的两质点位移相同。

故 D 正确。

故选 D。

8. AC

【详解】AB. 根据理想变压器的电压比等于匝数比可得 $n_1:n_2 = U_1:U_2 = 5:1$,

$n_1:n_3 = U_1:U_3 = 5:1$

故 A 正确, B 错误;

C. 根据能量守恒可知变压器的输入功率等于总的输出功率, 故

$P_{\text{输入}} = P_{\text{输出}} = 7.0\text{kW} + 3.5\text{kW} = 10.5\text{kW}$

故 C 正确;

D. 输出电压为交流电的有效值, 根据正弦交流电的最大值与有效值的关系可知, 两副线圈输出电压最大值均为 $U_m = 220\sqrt{2}\text{V}$

故 D 错误。

故选 AC。

9. BD

【详解】AB. 根据题意, a 中气体做等容变化, 根据 $\frac{p}{T} = C$, 当环境温度升高, 则 a 中气体压强增大, 又 $p_a + \rho_{\text{液}}gh = p_0$

可知 b 管中液面降低, 同理可知环境温度降低时, b 管中液面升高, 故 B 正确, A 错误;

CD. 由 AB 选项分析可知, b 管中刻度从上到下温度逐渐升高, 同一温度, a 中压强不变, b 管中液面液槽内液面高度差不变, 水槽中的水少量蒸发后, 槽中液面降低, 则 b 管内液面降低, 则温度测量值偏大, 故 D 正确, C 错误。

故选 BD。

10. BCD

【详解】A. 设 PO 的距离为 L , 过程 I, 根据动能定理有 $-mg \sin \theta \cdot L - \mu mg \cos \theta \cdot L = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$

设 MO 的距离为 L_1 , 过程 II 中, 当 Q 速度最大时, 根据平衡条件 $kL_1 = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$

P 、 M 两点之间的距离 $L_2 = L - L_1$

联立可得 $L_2 = \frac{kv_0^2 - 8mg^2 \sin^2 \theta}{4kg \sin \theta}$

故 A 错误;

B. 根据功能关系, 可知过程 II 中, Q 在从 P 点单向运动到 O 点的过程中损失的机械能

$$\Delta E = \mu mg \cos \theta \cdot L$$

$$\text{结合 } -mg \sin \theta \cdot L - \mu mg \cos \theta \cdot L = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{可得 } \Delta E = \frac{1}{4}mv_0^2$$

故 B 正确;

C. 设过程 II 中, Q 从 P 点沿斜面向上运动的最大位移 x , 根据能量守恒定律

$$\frac{1}{2}kL^2 = mg \sin \theta \cdot x + \mu mg \cos \theta \cdot x + \frac{1}{2}k(x-L)^2$$

$$\text{结合 } -mg \sin \theta \cdot L - \mu mg \cos \theta \cdot L = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\text{解得 } x = \frac{kv_0^2 - 8mg^2 \sin^2 \theta}{2kg \sin \theta}$$

故 C 正确;

D. 无论 Q 从何处释放, Q 在斜面上运动过程中, 弹簧与 Q 初始时的势能变为摩擦热, 当

在 M 点时, 满足 $kL_1 = mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta$

当在 O 点时, 满足 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$

所以在 OM (含 O 、 M 点) 之间速度为零时, Q 将静止, 故 D 正确。

故选 BCD 。

11. (1)0.459

(2) 成正比 无关

(3)偏大

【详解】(1) 表格中 a 处的数据 $\mu = \frac{1.35}{0.3 \times 9.8} \approx 0.459$

(2) [1] 根据表中数据分析可知其它条件不变时, 在实验误差允许的范围内, 滑动摩擦力的大小与接触面上压力的大小成正比;

[2] 根据表中数据分析可知其它条件不变时, 在实验误差允许的范围内, μ 与接触面上压力的大小无关。

(3) 实验装置如图乙所示, 挂钩高于定滑轮, 则绳子拉力有竖直向下的分力, 实际的正压力大于测量值的正压力, 即 $F_{\text{压测}} < F_{\text{压实}}$

根据 $\mu = \frac{F}{F_{\text{压测}}}$

可得 $\mu_{\text{测}} > \mu_{\text{实}}$

12. (1)3.85

(2) 乙 R_1

(3) 62.0 51

【详解】(1) 温度每升高 1°C , 该铂电阻的阻值增加 $\Delta R = \frac{1.385 - 1.000}{100} \times 10^3 \Omega = 3.85 \Omega$

(2) [1] 由于 A_1 内阻确定, 所以用 A_1 测量电阻的电压, 用 A_2 与 A_1 之差来测量经过电阻的电流, 故能准确测出铂电阻阻值的是乙;

[2] 电路中的最大电流为 0.3mA , 可得电路中的最小阻值 $R_{\text{min}} = \frac{5}{0.0003} \Omega \approx 17\text{k}\Omega$

可知保护电阻 R 应选 R_1 。

(3) [1] 由图可知 A_1 的分度值为 $1\mu\text{A}$, 则其读数为 $62.0\mu\text{A}$;

[2] 根据欧姆定律可得 $R = \frac{I_1 R_{A1}}{I_2 - I_1}$

根据题图可得 $R = 1000 + 3.85t$

代入数据可得 $t \approx 51^\circ\text{C}$

13. (1) $1.0 \times 10^{-5} \text{m}^2$

(2) $3.3 \times 10^{-13} \text{s}$

【详解】(1) 由折射定律可知，全反射的临界角满足 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$

设未滴油时， O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光圆的半径为 r ，由几何关系

$$\sin C = \frac{r}{\sqrt{r^2 + d^2}}$$

代入数据解得 $r = \frac{4\sqrt{5}}{5} \text{mm}$

根据 $S = \pi r^2$

所以未滴油时， O 点发出的光在盖玻片的上表面的透光面积为 $S \approx 1.0 \times 10^{-5} \text{m}^2$

(2) 当光从 O 点垂直于盖玻片的上表面入射时，传播的时间最短，则未滴油滴时，光从 O

点传播到物镜的最短时间为 $t_1 = \frac{d}{v} + \frac{h}{c} = \frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{c} = \frac{nd + h}{c}$

滴油滴时，光从 O 点传播到物镜的最短时间为 $t_2 = \frac{d}{v} + \frac{h}{v} = \frac{d}{\frac{c}{n}} + \frac{h}{\frac{c}{n}} = \frac{n(d+h)}{c}$

故 $t_2 - t_1 = \frac{(n-1)h}{c} = \frac{0.5 \times 0.2 \times 10^{-3}}{3.0 \times 10^8} \text{s} \approx 3.3 \times 10^{-13} \text{s}$

14. (1) $\frac{U}{B_0 d}$

(2) $\frac{mU}{qdB_0 L}$ ， $L < y < 3L$

(3) 60%

【详解】(1) 由于该粒子在速度选择器中受力平衡，故 $qE = qv_0 B_0$

其中 $E = \frac{U}{d}$

则该粒子通过速度选择器的速率为 $v_0 = \frac{U}{B_0 d}$

(2) 粒子在 $x \geq 0$ 区域内左匀速圆周运动，从 ON 的中点垂直 ON 射入磁屏蔽区域，由几何

关系可知 $r_1 = L$

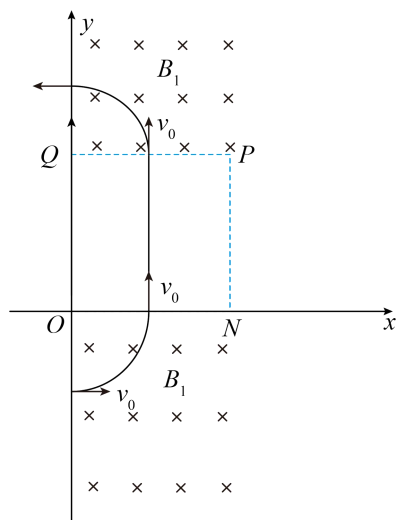
由洛伦兹力提供给向心力 $qv_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{r_1}$

联立可得 $B_1 = \frac{mU}{qdB_0 L}$

由于 $B_2 < B_1$, 根据洛伦兹力提供向心力 $qv_0B_2 = m\frac{v_0^2}{r_2}$

解得 $r_2 > L$

当 $B_2 = 0$ 时粒子磁屏蔽区向上做匀速直线运动, 离开磁屏蔽区后根据左手定则, 粒子向左偏转, 如图所示

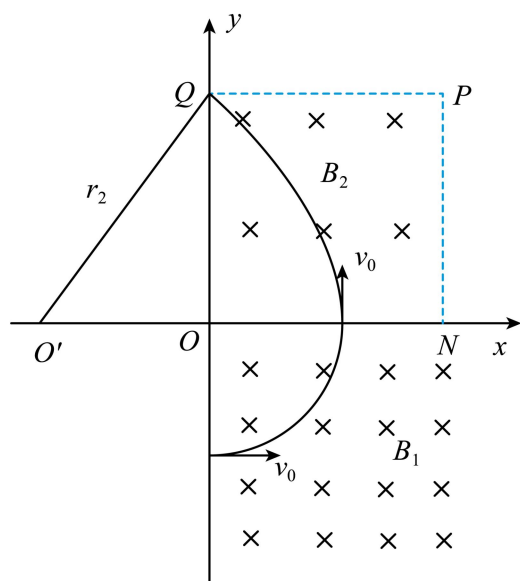


根据洛伦兹力提供向心力 $qv_0B_1 = m\frac{v_0^2}{r_3}$

可得 $r_3 = r_1 = L$

故粒子打在 y 轴 $3L$ 处, 综上所述 y 轴上可能检测到该粒子的范围为 $L < y < 3L$ 。

(3) 若在 Q 处检测到该粒子, 如图



由几何关系可知 $r_2^2 = (2L)^2 + (r_2 - L)^2$

$$\text{解得 } r_2 = \frac{5}{2}L$$

由洛伦兹力提供向心力 $qv_0B_2 = m\frac{v_0^2}{r_2}$

$$\text{联立解得 } B_2 = \frac{2mU}{5qB_0dL}$$

$$\text{其中 } B_1 = \frac{mU}{qdB_0L}$$

根据磁屏蔽效率 $\eta = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$ 可得若在 Q 处检测到该粒子, 则 $\eta = 60\%$

$$15. (1) \frac{(M+m)g}{\mu}$$

$$(2) \frac{(M+m)^2 gR^2}{2\mu B^4 d^4}$$

(3) 见解析

【详解】(1) 对木块与箱子整体受力分析由牛顿第二定律 $F = (M+m)a$

对木块受力分析, 水平方向由牛顿第二定律 $F_N = ma$

竖直方向由平衡条件 $f = mg = \mu F_N$

$$\text{联立可得 } F = \frac{(M+m)g}{\mu}$$

(2) 设箱子刚进入磁场中时速度为 v , 产生的感应电动势为 $E = Bdv$

由闭合电路欧姆定律得, 感应电流为 $I = \frac{E}{R}$

安培力大小为 $F_{\text{安}} = BId$

$$\text{联立可得 } F_{\text{安}} = \frac{B^2 d^2 v}{R}$$

若要使两物体分离, 此时有 $F_{\text{安}} \geq F$

$$\text{其中 } F = \frac{(M+m)g}{\mu}$$

$$\text{解得 } v \geq \frac{(M+m)gR}{\mu B^2 d^2}$$

由运动学公式 $v^2 = 2as$

$$\text{解得 } s \geq \frac{(M+m)^2 gR^2}{2\mu B^4 d^4}$$

故 $t = 0$ 时刻, 箱子右侧壁距磁场边界的最小距离为 $s_{\min} = \frac{(M+m)^2 g R^2}{2\mu B^4 d^4}$

(3) 水平方向由运动学公式 $s = \frac{1}{2} a t_1^2$

竖直方向有 $h = \frac{1}{2} g t_2^2$

其中 $F = \frac{(M+m)g}{\mu} = (M+m)a$

可得力 F 作用的总时间为 $t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{2\mu s}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}}$

水平方向对系统由动量定理 $Ft - F_{\text{安}}\Delta t = (M+m)v - 0$

其中 $F_{\text{安}}\Delta t = \frac{B^2 d^2 L}{R}$

联立可得 $v = \frac{g}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2\mu s}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right) - \frac{B^2 d^2 L}{(M+m)R}$

当 $\frac{g}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2\mu s}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right) \geq \frac{B^2 d^2 L}{(M+m)R}$ 时, 最终木块与箱子的速度大小为

$v = \frac{g}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2\mu s}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right) - \frac{B^2 d^2 L}{(M+m)R}$

当 $\frac{g}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2\mu s}{g}} + \sqrt{\frac{2h}{g}} \right) < \frac{B^2 d^2 L}{(M+m)R}$ 时, 最终木块与箱子的速度大小为 $v = 0$