

湖北省新高考联考协作体 2022-2023 学年高三下学期 4 月月考

物理

考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分.满分 100 分，考试时间 75 分钟.
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚.
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。

4. 本卷命题范围：高考范围.

一、选择题：本题共 11 小题，每小题 4 分，共 44 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，第 8~11 题有多项符合题目要求.全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分.

1. 2021 年 1 月 3 日消息，诺贝尔奖的官方推特发布动态，居里夫人曾经使用过的笔记本，截止到目前仍然具有放射性，而放射性将会持续 1500 年.关于衰变和半衰期，下列说法正确的是（ ）



居里夫人“笔记”

- A. 放射性元素的半衰期不仅与核内部本身因素有关，还与质量有关
- B. $^{238}_{92}\text{U}$ 衰变成 $^{206}_{82}\text{Pb}$ 要经过 8 次 α 衰变和 6 次 β 衰变
- C. 用化学反应改变放射性元素存在状态，可以改变半衰期，从而实现对衰变的控制
- D. 放射性元素氡 ($^{222}_{86}\text{Rn}$) 的半衰期为 3.8 天，10 个氡核经过 3.8 天的衰变剩余 5 个氡核
2. C919 中型客机是我国按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的中型喷气式民用飞机，2021 年将交付首架 C919 单通道客机.C919 现正处于密集试飞新阶段，一架 C919 飞机在跑道上从静止开始做匀加速直线运动，当速度达到 80m/s 时离开地面起飞，已知飞机起飞前 1s 内的位移为 78m，则飞机在跑道上加速的时间 t 以及加速度的大小分别为（ ）

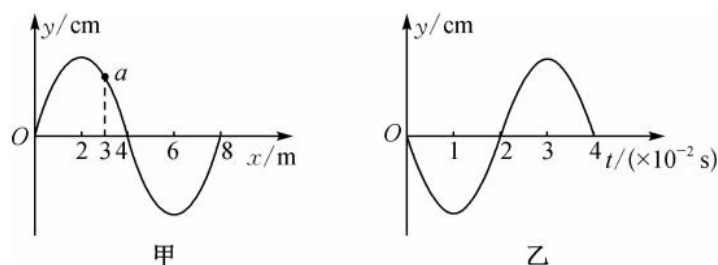


- A. $t = 40\text{s}$ $a = 2\text{m/s}^2$ B. $t = 32\text{s}$ $a = 2.5\text{m/s}^2$
- C. $t = 25\text{s}$ $a = 3.2\text{m/s}^2$ D. $t = 20\text{s}$ $a = 4\text{m/s}^2$
3. 在汽车里使用的一种指南针是圆球形的.将一个圆球形的磁性物质悬浮在液体里，并密封在一个稍大一些的

透明的圆球里，在磁性圆球上已经标注了东、南、西、北四个方向，静止时指南针（磁性圆球）的南极指南，北极指北.如果南极科考队员携带这种指南针来到地球的南极，对于指南针的指向，下列说法中正确的是（ ）

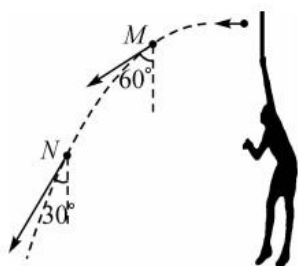
- A. 指南针的南极指向任意方向
B. 指南针的北极指向任意方向
C. 指南针的南极向上，北极向下
D. 指南针的北极向上，南极向下

4. 如图甲所示，一列简谐横波沿 x 轴正向传播，质点 a 的平衡位置在 $x = 3\text{m}$ 处，如图乙所示为质点 a 的振动图像，则下列判断正确的是（ ）



- A. 图甲对应的时刻可能是 $t = 3.5 \times 10^{-2}\text{s}$
B. 这列波传播的速度大小为 200m/s
C. 若在 0.2s 内质点 a 运动的路程为 2m ，则质点 a 振动的振幅为 5cm
D. $t = 1\text{s}$ 时刻，质点 a 位于波谷

5. 如图所示，网球运动员发球时，将质量为 m 的网球（可将其视为质点）从空中某点以初速度 v_0 水平抛出，网球经过 M 点时，速度方向与竖直方向夹角为 60° ；网球经过 N 点时，速度方向与竖直方向夹角为 30° .不计空气阻力，网球在从 M 点运动到 N 点的过程，动量变化大小为（ ）



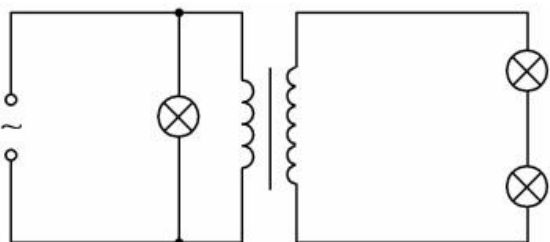
- A. $\frac{\sqrt{2}mv_0}{2}$
B. $\frac{3\sqrt{3}mv_0}{2}$
C. $\frac{\sqrt{3}mv_0}{3}$
D. $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{3}$

6. 2021 年新年之际，十大国内科技新闻揭晓，嫦娥五号月球挖土 1731 克成功入选.假设某人以同样大小的初速度分别在月面和地面竖直跳起，他在月面上跳起的最大高度为在地面上跳起的最大高度的 p 倍.已知地球半径为月球半径的 q 倍，不计地面上的空气阻力，则地球和月球的平均密度之比为（ ）



- A. $\frac{p-q}{q}$ B. $\frac{p}{p-q}$ C. $\frac{p}{q}$ D. $\frac{1}{pq}$

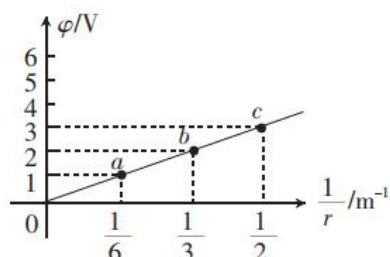
7. 如图所示，稳压交流电源通过理想变压器给电路供电，三个小灯泡均能正常发光，已知三个小灯泡的额定电压均为 U_0 ，电阻均为 R ，则通过电源的电流为（ ）



- A. $\frac{U_0}{R}$ B. $2\frac{U_0}{R}$ C. $3\frac{U_0}{R}$ D. $4\frac{U_0}{R}$

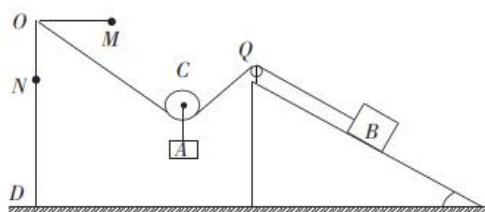
8. 在一静止正点电荷的电场中，任一点处的电势 φ 与该点到点电荷的距离 r 的倒数 $\frac{1}{r}$ 的关系图像如图所示，

电场中三个点 a 、 b 、 c 的坐标如图所示，其电场强度大小分别为 E_a 、 E_b 和 E_c 。现将一带负电的试探电荷依次由 a 点经过 b 点移动到 c 点，在相邻两点间移动的过程中，电场力所做的功分别为 W_{ab} 和 W_{bc} 。下列判断正确的是（ ）



- A. $E_a : E_b = 1:4$ B. $E_b : E_c = 2:3$ C. $W_{ab} : W_{bc} = 1:1$ D. $W_{ab} : W_{bc} = 2:3$

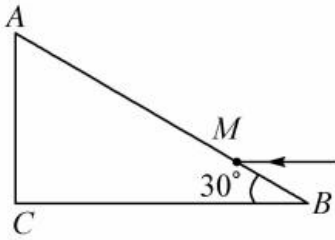
9. 如图所示，一条轻质细绳上有一滑轮 C ，滑轮下面挂一物块 A ，轻绳一端固定于直角支架 MOD 的 O 点，支架固定在地面上， MO 水平， OD 竖直，轻绳另一端绕过一固定在斜面上的定滑轮 Q 与一物块 B 相连，与 B 连接的轻绳与斜面平行，物块 B 静止在斜面上，物块 A 和斜面都处于静止状态，斜面 and 地面都是粗糙的，滑轮的质量及轻绳与滑轮间的摩擦均忽略不计。如果将轻绳固定点由 O 点缓慢地移动到 M 点或 N 点，物块 A 、 B 和斜面仍处于静止状态，轻绳仍为绷直状态。则（ ）



- A. 移动到 M 点后，轻绳对物块 B 的拉力变大，物体 B 受到的摩擦力变大

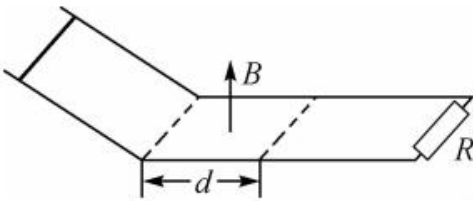
- B. 移动到 M 点后, 轻绳对滑轮 C 的作用力保持不变, 斜面受到地面的摩擦力变小
 C. 移动到 N 点后, 轻绳对物块 B 的拉力不变, 物体 B 受到的摩擦力不变
 D. 移动到 N 点后, 轻绳对滑轮 C 的作用力不变, 斜面受到地面的摩擦力变大

10. 玻璃三棱镜的截面如图所示, $\angle B = 30^\circ$, 一束光线从 AB 边上的 M 点以平行于 BC 的方向射入棱镜, 经 BC 边一次反射后, 反射光线与 AB 边平行. 已知 $AB = L$, $BM = \frac{1}{4}L$, 真空中的光速为 c , 则下列说法正确的是 ()



- A. 该棱镜的折射率 $n = \sqrt{3}$
 B. 光线射到 AC 界面上时的折射角为 30°
 C. 从 AB 边射出的光线和射入光线互相平行
 D. 经 BC 边反射后, 光线第一次从 AB 边和 AC 边射出的时间差 $t = \frac{\sqrt{3}L}{4c}$

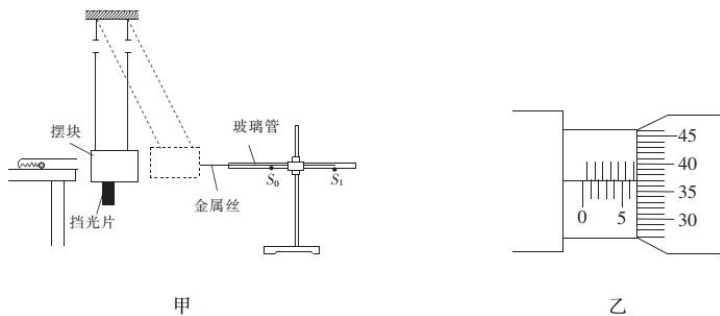
11. 如图所示的平行导轨由水平和倾斜两部分组成, 与倾斜导轨衔接处有宽度为 d (d 未知) 的方向竖直向上磁感应强度为 B 的匀强磁场, 两导轨的右端接有阻值为 R 的定值电阻. 长度为 L (等于导轨间距)、质量为 m 、电阻为 R 的导体棒在倾斜导轨上高 h 处由静止释放, 导体棒在整个运动过程中始终与导轨保持良好接触, 且始终与导轨垂直, 经过一段时间导体棒刚好停在磁场的右边界. 一切摩擦可忽略不计, 则下列说法正确的是 ()



- A. 整个运动过程中, 电路中的最大电流为 $\frac{BL\sqrt{2gh}}{R}$
 B. 整个运动过程中, 导体棒上产生的焦耳热为 $\frac{1}{2}mgh$
 C. $d = \frac{mR\sqrt{2gh}}{B^2L^2}$
 D. 整个过程中, 流过导体棒某一横截面积的电荷量为 $\frac{m\sqrt{2gh}}{BL}$

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 56 分.

12. (7分) 某同学用冲击摆验证动量守恒定律和机械能守恒定律, 实验装置如图甲所示. 在水平桌面上固定一玻璃试管, 试管底部固定一根劲度系数为 k 的轻弹簧, 将弹簧压缩 Δx 后锁定, 紧贴弹簧自由端放一质量为 m 的小球, 试管右侧用长为 L 的细线悬挂一内部填满海绵的摆块, 摆块下部固定有挡光片, 总质量为 M , 摆块静止时其中心与试管口等高. 紧贴挡光片处安装有光电门 (图中未画出), 摆块右侧固定一长直玻璃管, 管中插一根长细金属丝, 金属丝的左端与摆块接触, 右端在 S_0 处. 弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2$, 重力加速度为 g .



用螺旋测微器测量挡光片的宽度如图乙所示, 挡光片的宽度 $d =$ _____ mm.

解除弹簧的锁定, 小球射入摆块并留在其中, 光电门记录的时间为 Δt , 摆块向右摆起, 金属丝右端位于 S_1 处, 测得 S_0 和 S_1 的距离为 s .

若小球与摆块碰撞前后动量守恒, 需要验证的关系式为 _____.

若小球射入摆块后机械能守恒, 需要验证的关系式为 _____.

13. (9分) 要测绘一个标有 “6V 3W” 小灯泡的伏安特性曲线, 要求多次测量尽可能减小实验误差, 备有下列实验器材:

电流表 $\odot A$ (量程 0.6A, 内阻 0.5Ω)

电压表 $\odot V$ (量程 3V, 内阻 $5k\Omega$)

滑动变阻器 R_1 (最大阻值 20Ω , 额定电流 1A)

滑动变阻器 R_2 (最大阻值 $2k\Omega$, 额定电流 0.5A)

定值电阻 R_3 (阻值为 $10k\Omega$, 额定电流 0.5A)

定值电阻 R_4 (阻值为 100Ω , 额定电流 1A)

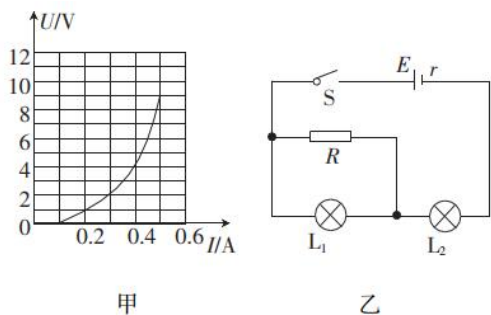
电源 E (电动势 10V, 内阻很小)

开关 S , 导线若干

(1) 某同学直接用电压表 $\odot V$ 测量小灯泡的电压, 用电流表 $\odot A$ 测量小灯泡的电流, 测绘出小灯泡的伏安特性曲线, 该方案实际上不可行, 其最主要的原因是 _____.

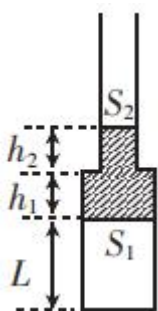
(2) 考虑到小量程的电压表的内阻是精确值, 且实验器材中提供了定值电阻, 可改装为量程大的电压表, 为此应该选择定值电阻 _____.

(3) 为了测量小灯泡工作时的多组数据, 滑动变阻器应该选择 _____.



(4) 如图甲所示为该灯泡的 $U-I$ 图像, 现将两个这种小灯泡 L_1 、 L_2 与一个电阻为 5Ω 的定值电阻 R 连成如图乙所示的电路, 电源的电动势 $E=6V$, 开关 S 闭合后, 小灯泡 L_1 与定值电阻 R 的电功率均为 P , 则 $P=$ _____ W , 电源的内阻 $r=$ _____ Ω .

14. (9 分) 如图所示为一下粗上细且上端开口的薄壁玻璃管, 管内有一部分水银封住密闭气体, 上管足够长, 图中粗、细管横截面面积分别为 $S_1=2\text{cm}^2$ 、 $S_2=1\text{cm}^2$, 粗、细管内水银柱长度 $h_1=h_2=2\text{cm}$, 封闭气体长度 $L=10\text{cm}$. 大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$, 气体初始温度为 27°C . 现缓慢降低气体温度, 直到水银全部进入粗管内. (计算结果保留一位小数)



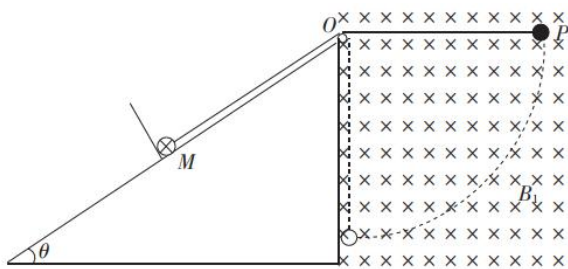
(1) 求水银全部进入粗管时, 气体的温度.

(2) 水银全部进入粗管后, 保持气体温度不变, 把玻璃管水平横放, 求稳定时封闭气体的长度.

15. (13 分) 如图所示, 倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑绝缘斜面上水平放置一长为 L 的直导线 MN (图中只画出了 M 端), 已知直导线中通有从 M 到 N 的电流, 电流的大小为 I , 直导线 MN 的质量为 m , 直导线 MN 紧靠垂直于斜面的绝缘挡板放置. 在导线 MN 的中点系一轻质绝缘细线, 细线的另一端系一质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的小球,

斜面的右侧存在一垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度的大小 $B_1 = \frac{m}{q} \sqrt{\frac{g}{2L}}$. 直导线 MN 处在一平行于纸面

方向的匀强磁场 (图中未画出) B_2 中. 将小球拉到图中 P 点处, 细线 OP 段水平, 且 OP 段的长度为 L . 若小球由静止开始释放, 在小球运动的过程中, 通电直导线 MN 始终处于静止状态, 求: (重力加速度为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 所有摩擦阻力均不计)

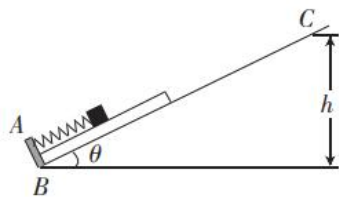


(1) 小球圆周运动到 O 点正下方时，其对细线的拉力的大小；

(2) 通电直导线 MN 所处的磁场的磁感应强度 B_2 的最小值。

16. (18 分) 如图所示，倾角 $\theta = 30^\circ$ 的光滑斜面上有固定挡板 AB ，斜面上 B 、 C 两点间的高度差为 h 。斜面上叠放着质量均为 m 的薄木板和小物块，小物体与挡板之间有一根压缩并被锁定的轻弹簧，弹簧与挡板和小物块接触但均不连接。薄木板长为 h ，其下端位于挡板 AB 处，整体处于静止状态。已知弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ，

其中 x 为弹簧长度的改变量， k 为弹簧的劲度系数 (k 未知)，薄木板和小物块之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。



(1) 把薄木板和小物块固定在一起，解除弹簧的锁定，当薄木板下端与 B 点的高度差为 $0.25h$ 时，弹簧与小物块分离，薄木板上端恰能运动到 C 点，求小物块与弹簧分离时的速率及弹簧的劲度系数 k 的大小；

(2) 若薄木板和小物块之间不固定，调整弹簧的压缩量及小物块在薄木板上的位置，仍将压缩并被锁定的弹簧放在小物块与挡板间，解除锁定，为使薄木板上滑且与小物块间没有相对滑动，求弹簧压缩量应满足的条件；

(3) 若撤去弹簧，薄木板和小物块之间不固定，薄木板和小物块均放在挡板处，给小物块沿斜面向上的初速度 v_0 (未知)。在向上运动过程中，小物块恰好未离开薄木板，求小物块沿斜面向上运动的最大位移。(结果用 h 表示)

高三物理参考答案

1. B 放射性元素的半衰期仅由核内部本身因素决定，与其他条件无关，选项 A 错误； ${}_{92}^{238}\text{U}$ 衰变成 ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ ， α 衰变一次质量数减少 4，次数为 $\frac{238-206}{4} = 8$ ， β 衰变的次数为 $82 - (92 - 8 \times 2) = 6$ ，即要经过 8 次 α 衰变和 6 次 β 衰变，选项 B 正确；半衰期与外界因素无关，用化学反应改变放射性元素存在状态，其半衰期不会发生变化，选项 C 错误；半衰期是统计规律，对大量的原子核适用，少数原子核不适用，选项 D 错误。

2. D 飞机在最后 1s 内中间时刻的速度 $v_{0.5} = 78\text{m/s}$ ，则飞机起飞的加速度大小

$a = \frac{v - v_{0.5}}{\Delta t} = \frac{80 - 78}{0.5} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$ ，飞机加速的时间 $t = \frac{v}{a} = 20 \text{ s}$ ，选项 D 正确。

3. D 地理的南极是地磁场的北极，地理的北极是地磁场的南极，所以在地球的南极点上地磁场的方向是向上的，磁场的方向就是指南针的北极受力的方向，即指南针静止时北极所指的方向。所以指南针的北极应该向上，南极向下，D 项正确。

4. B 由于波沿 x 轴正向传播，因此图甲对应时刻质点 a 正沿 y 轴正向运动，因此选项 A 错误；这列波传播的速度 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{4 \times 10^{-2}} \text{ m/s} = 200 \text{ m/s}$ ，选项 B 正确；若在 0.2 s 内质点 a 运动的路程为 2 m ，则 $5 \times 4A = 2 \text{ m}$ ，解得 $A = 10 \text{ cm}$ ，选项 C 错误；由于质点振动的周期为 0.04 s ，因此 $t = 1 \text{ s}$ 时刻，质点 a 位于平衡位置，选项 D 错误。

5. D 根据平抛运动规律可知，网球在 M 点时竖直分速度为 $v_{yM} = \frac{v_0}{\tan 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}v_0}{3}$ ，在 N 点的竖直分速度为

$v_{yN} = \frac{v_0}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}v_0$ ，则网球从 M 点到 N 点的时间为 $t = \frac{v_{yN} - v_{yM}}{g} = \frac{2\sqrt{3}v_0}{3g}$ 。在从 M 点运动到 N 点的过程，

由动量定理求得网球动量变化大小为 $\Delta p = I = mgt = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3}$ ，选项 D 正确。

6. C 根据竖直上抛运动公式 $v_0^2 = 2gh$ ，可得地面与月面的重力加速度之比为 $\frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{月}}} = \frac{h_{\text{月}}}{h_{\text{地}}} = p$ ，在星球表面附

近，万有引力等于重力，即 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ，密度公式 $\rho = \frac{M}{V}$ ，体积公式 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ，联立解得 $\rho = \frac{3g}{4\pi RG} \propto \frac{g}{R}$ ，

地球和月球的平均密度之比 $\frac{\rho_{\text{地}}}{\rho_{\text{月}}} = \frac{g_{\text{地}}}{g_{\text{月}}} \times \frac{R_{\text{月}}}{R_{\text{地}}} = \frac{p}{q}$ ，选项 C 正确。

7. C 依题意有，原线圈电压 $U_1 = U_0$ ，副线圈电压 $U_2 = 2U_0$ ，可得原、副线圈的数比为 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{2}$ ，设灯

泡的额定电流为 I_0 ，则副线圈电流 $I_2 = I_0$ ，根据公式 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{2}$ ，可得原线圈电流为 $I_1 = 2I_0$ ，交变电流电

源电压 $U = U_0$ ，流过电源的电流为 $I = 3I_0 = 3\frac{U_0}{R}$ ，选项 C 正确，A、B、D 错误。

8. AC 由点电荷的电场强度公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ ，可得 $E_a : E_b = 1 : 4$ ， $E_b : E_c = 4 : 9$ ，A 项正确、B 项错误；电场

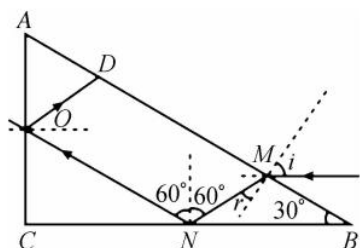
力做功 $W = qU$ ，由题图可知 $U_{ab} : U_{bc} = 1 : 1$ ，则 $W_{ab} : W_{bc} = 1 : 1$ ，C 项正确、D 项错误。

9. BC 设拉滑轮 C 的绳与竖直方向的夹角为 θ ，则 $mg = 2T \cos \theta$ ，将轻绳固定点由 O 点移动到 M 点后，拉力 T 变小，轻绳对物块 B 的拉力变小，因为不知道初始时物块 B 受到的静摩擦力的大小和方向，所以不能确定物块 B 受到的摩擦力大小的变化，A 项错误；把斜面 and 物块 B 整体作为研究对象，斜面受到的摩擦力

$F_f = T \sin \theta$ ，可知 F_f 也变小，轻绳对滑轮 C 的作用力大小仍等于物块 A 的重力， B 项正确；将轻绳固定点由 O 点移动到 N 点后， θ 不变，拉力 T 不变，把斜面和物块 B 整体作为研究对象，根据 $F_f = T \sin \theta$ 可得 C 项正确， D 项错误。

10. ACD 根据题意，作出光路图，如图所示。根据几何关系可知，光线在 M 点的入射角为 $i = 60^\circ$ ，折射角为 $r = 30^\circ$ ，根据折射定律有 $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ，解得 $n = \sqrt{3}$ ，选项 A 正确；光射到 AC 边和 AB 边时入射角均为 30° ，根据光的折射定律，可知折射角均为 60° ，易得从 AB 边射出的光线跟原来的射入光线平行，选项 B 错误， C 正确；光在棱镜中传播的速度为 $v = \frac{c}{n} = \frac{c}{\sqrt{3}}$ ，根据几何知识可得 $MN = BM = \frac{L}{4}$ ，四边形 $MNOD$ 为平行四

边形，第一次从 AB 边和 AC 边射出光线的光程差为 $s = OD = MN$ ，时间差为 $t = \frac{s}{v} = \frac{\sqrt{3}L}{4c}$ ，选项 D 正确。



11. BD 金属棒下滑过程中，机械能守恒，由机械能守恒定律得： $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，得金属棒到达水平面时的速度 $v = \sqrt{2gh}$ ，金属棒到达水平面后进入磁场受到向左的安培力做减速运动，则刚到达水平面时的速度最大，

所以最大感应电动势为 $E = BLv$ ，最大的感应电流为 $I = \frac{BLv}{2R} = \frac{BL\sqrt{2gh}}{2R}$ ， A 错误；金属棒在整个运动过程

中，机械能最终转化为焦耳热，即 $Q = mgh$ ，故电阻 R 中产生的焦耳热为 $Q_R = \frac{1}{2}Q = \frac{1}{2}mgh$ ， B 正确；对导体棒，经时间 t 穿过磁场，由动量定理得 $-F_{\text{安}} \Delta t = -BL\bar{I}\Delta t = -mv$ ，而 $q = \bar{I}\Delta t$ ，变形得 $BLq = mv$ ，解得

$$q = \frac{mv}{BL} = \frac{m\sqrt{2gh}}{BL}，而由 q = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{2R}\Delta t = \frac{BS}{2R\Delta t} \times \Delta t = \frac{BS}{2R} 和 S = Ld，解得 d = \frac{2qR}{BL} = \frac{2mR\sqrt{2gh}}{B^2L^2}，C$$

错误， D 正确。

$$12. 6.870 \text{ (} 6.869 \sim 6.872 \text{ 均正确, 2 分)} \quad \sqrt{mk}\Delta x = (m+M)\frac{d}{\Delta t} \text{ (2 分)} \quad \frac{d^2}{2\Delta t^2} = g(L - \sqrt{L^2 - s^2}) \text{ (3 分)}$$

解析：螺旋测微器的读数为 6.870mm ； $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}k\Delta x^2$ ，若动量守恒，有 $mv_0 = (M+m)v$ ， $v = \frac{d}{\Delta t}$ ，即

$$\sqrt{mk} \cdot \Delta x = (m+M)\frac{d}{\Delta t}；摆块上升的高度 h = L - \sqrt{L^2 - s^2}，若机械能守恒，有 \frac{1}{2}(M+m)v^2 = (M+m)gh，$$

$$\text{即 } \frac{d^2}{2\Delta t^2} = g(L - \sqrt{L^2 - s^2}).$$

13. (1) 电压表○V的量程小了，只能测绘小灯泡工作时的部分工作状态 (2分) (2) R_3 (2分) (3) R_1 (2分)

(4) 0.2 (2分) 2.5 (1分)

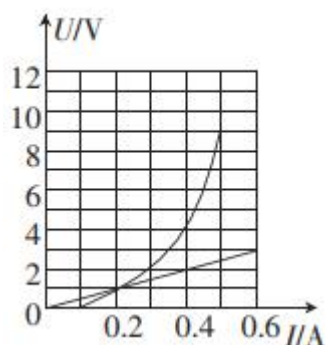
解析：(1) 电压表的量程为 3V，而小灯泡的额定电压为 6V，则电压表的量程小了，只能测绘小灯泡工作时的部分工作状态.

(2) 扩大电压表的量程，应该串联阻值较大的定值电阻，因此应该选择 R_3 ，由 $U = \frac{3}{5} \times (5+10)V = 9V$ 知，改装后的电压表的量程为 9V，若选择 R_4 改装，同样可计算 $U' = \frac{3}{5} \times (5+0.01)V = 3V$ ，量程基本不变.

(3) 测绘小灯泡的伏安特性曲线，电压表（电流表）要从零开始变化，滑动变阻器要采用分压接法，因而滑动变阻器在安全的情况下选择阻值较小的，则变阻器要选 R_1 .

(4) 如图所示，作出定值电阻 R 的 $U-I$ 图线，与小灯泡 L_1 的 $U-I$ 图线交点为 (0.2, 1)，因而小灯泡 L_1 的功率 P 为 0.2W. 电阻 R 与小灯泡 L_1 并联，两者功率相等，因而通过电阻 R 的电流也为 0.2A，所以通过小灯泡 L_2 的电流 $I_L = I_R + I_{L1} = 0.4A$ ，此时小灯泡 L_2 两端电压 $U_{L2} = 4V$ ，因而电源内电压

$$U_r = E - U_{L1} - U_{L2} = 1V, \text{ 内阻 } r = \frac{U_r}{I_{L2}} = 2.5\Omega.$$



14. 解：(1) 初态时，有 $p_1 = p_0 + p h_1 + p h_2 = 80\text{cmHg}$ ， $V_1 = L S_1 = 20\text{cm}^3$ ，

$$T_1 = (27 + 273)\text{K} = 300\text{K} \quad (1 \text{分})$$

水银全部进入粗管时，有 $p_2 = p_0 + h_1 + \frac{h_2}{2} = 79\text{cmHg}$ ， $V_2 = \left(L - \frac{h_2}{2}\right) S_2 = 18\text{cm}^3$ (1分)

由理想气体状态方程可知 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ (2分)

解得 $T_2 = 266.6\text{K}$ ，即 $t = (266.6 - 273)^\circ\text{C} = -6.4^\circ\text{C}$. (1分)

(2) 玻璃管水平放置时 $p_3 = p_0 = 76\text{cmHg}$ (1 分)

气体做等温变化, 则有 $p_2V_2 = p_3V_3 = p_3lS_2$ (2 分)

解得 $l = 9.4\text{cm}$. (1 分)

15. 解: (1) 小球由静止运动到 O 点正下方的过程中, 有 $mgL = \frac{1}{2}mv^2$ (2 分)

小球运动到 O 点正下方时, 有 $F - mg - f_{\text{洛}} = m\frac{v^2}{L}$ (2 分)

小球受到的洛伦兹力 $f_{\text{洛}} = qvB_1$ (2 分)

解得 $F = 4mg$ (1 分)

由牛顿第三定律可得, 小球运动到 O 点正下方时, 其对细线的拉力的大小 $F' = 4mg$ (1 分)

(2) 当通电导线 MN 所受安培力的方向沿斜面向下时, 磁感应强度有最小值. 由力的平衡, 得

$$mg \sin \theta + F_{\text{安}} = F \quad (2 \text{ 分})$$

其中 $F_{\text{安}} = B_{\min}IL$ (1 分)

解得 $B_{\min} = \frac{17mg}{5IL}$ (2 分)

16. 解: (1) 设弹簧的弹性势能为 E_p , 小物块与薄木板的质量均为 m , 则对薄木板和小物块组成的整体, 由

能量守恒有 $E_p = 2mg \times 0.25h + \frac{1}{2} \times 2mv_0^2$ (1 分)

$$E_p = 2mgh \sin \theta \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $v_0 = \sqrt{\frac{1}{2}gh}$ (1 分)

由于 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, 于是有

$$\frac{1}{2}kx^2 = mgh \quad \text{其中 } x = 0.5h \quad (1 \text{ 分})$$

所以 $k = \frac{8mg}{h}$ (1 分)

(2) 设小物块和薄木板沿斜面向上共同运动的最大加速度为 a , 弹簧的最大弹力为 F_m , 则

对薄木板有 $\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma$ (1 分)

对整体有 $F_m - 2mg \sin \theta = 2ma$ (1 分)

而 $F_m = kx_m$

联立三式解得 $x_m = \frac{3}{16}h$ (1 分)

要使整体能沿斜面上升应满足 $F > 2mg \sin \theta = mg$ (1 分)

而 $F = kx$

联立两式解得 $x > \frac{h}{8}$

所以 $\frac{h}{8} < x \leq \frac{3}{16}h$ (1 分)

(3) 小物块相对薄木板滑动过程中, 设小物块的加速度大小为 a_1 , 薄木板的加速度大小为 a_2 , 则

对小物块有 $a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta = \frac{5}{4}g$ (1 分)

对薄木板有 $a_2 = \mu g \cos \theta - g \sin \theta = \frac{1}{4}g$ (1 分)

两者速度相同后一起匀减速上滑, 设两者一起匀减速上滑的初速度大小为 v_1 , 加速度大小为 a_3 , 则

$a_3 = g \sin \theta = \frac{1}{2}g$ (1 分)

画出 $v-t$ 图像如图所示

在 t_1 时刻两者速度相等, 则

$v_1 = v_0 - a_1 t_1 = a_2 t_1$ (1 分)

所以 $t_1 = \frac{2v_0}{3g}$, $v_1 = \frac{1}{6}v_0$ (1 分)

根据 $v-t$ 图像, 有 $\frac{1}{2}v_0 t_1 = h$, 可得 $\frac{v_0^2}{3g} = h$

t_1 时间内小物块的位移 $s_1 = \frac{v_1 + v_0}{2} t_1 = \frac{7}{6}h$ (1 分)

此后两者一起做匀减速运动, 减速运动的位移 $s_2 = \frac{v_1^2}{2a_3} = \frac{1}{12}h$ (1 分)

所以, 小物块沿斜面向上运动的最大位移 $s = s_1 + s_2 = \frac{5}{4}h$ (1 分)

