

物理试卷

注意事项:

1. 答题前, 考生务必用黑色碳素笔将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号在答题卡上填写清楚。
2. 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。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。在试题卷上作答无效。
3. 考试结束后, 请将本试卷和答题卡一并交回。满分 100 分, 考试用时 75 分钟。

一、单项选择题: 本大题共 7 小题, 每小题 4 分, 共 28 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 下列关于质点的说法错误的是

- A. 研究飞机飞行轨迹时, 可将其视为质点
- B. 研究体操运动员的动作时, 不可将其视为质点
- C. 研究蚂蚁搬家的路径时, 可将其视为质点
- D. 一个物体能否视为质点, 由物体本身的大小决定

2. 正电子是电子的反粒子, 与电子质量相同、带等量正电荷。在云室中有垂直于纸面的匀强磁场, 从 P 点发出两个电子和一个正电子, 三个粒子运动轨迹如图 1 中 1、2、3 所示。下列说法正确的是

- A. 磁场方向垂直于纸面向外
- B. 轨迹 1 对应的粒子运动速度越来越大
- C. 轨迹 2 对应的粒子初速度比轨迹 3 的小
- D. 轨迹 3 对应的粒子是正电子

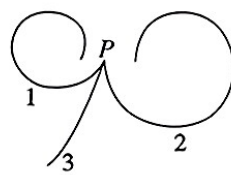


图 1

3. 如图 2 所示的电路中, L_1 和 L_2 是两个完全相同的小灯泡, 自感线圈 L 的直流电阻为零, 且自感系数很大。下列说法正确的是

- A. 闭合开关 S 的瞬间, 灯泡 L_1 立即发光
- B. 闭合开关 S 的瞬间, 灯泡 L_2 比灯泡 L_1 亮
- C. 开关闭合电路稳定后, 再断开开关 S 的瞬间, 灯泡 L_2 先闪亮, 后逐渐变暗
- D. 开关闭合电路稳定后, 再断开开关 S 的瞬间, 灯泡 L_1 会立即熄灭

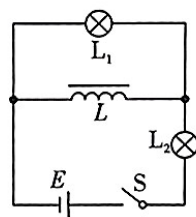


图 2

4. 如图 3 所示，一固定斜面上两个小物块 A 和 B 紧挨着匀速下滑，A 与 B 的接触面光滑。已知 B 的质量是 A 的质量的 3 倍，B 与斜面之间的动摩擦因数是 A 与斜面之间的动摩擦因数的 $\frac{1}{3}$ ，斜面倾角为 α 。则 A 与斜面之间的动摩擦因数是

A. $\frac{1}{2}\tan\alpha$

B. $2\tan\alpha$

C. $2\cot\alpha$

D. $\frac{1}{2}\cot\alpha$

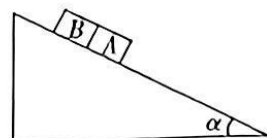


图 3

5. 如图 4 所示，横截面为半圆的玻璃砖放置在平面镜上，直径 AB 与平面镜垂直。一束激光 a 射向半圆柱体的圆心 O，激光与 AB 的夹角为 60° 。已知玻璃砖的半径为 3cm，平面镜上的两个光斑之间的距离为 $4\sqrt{3}$ cm，则玻璃砖的折射率为

A. $\sqrt{2}$

B. 2

C. $\sqrt{3}$

D. $\sqrt{6}$

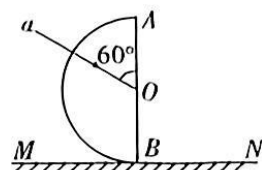
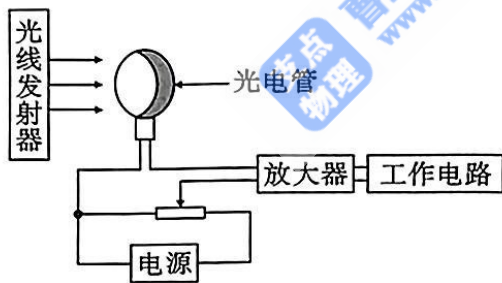


图 4

6. 光电传感器如图 5 甲所示，若光线被物体阻挡，电流发生变化，工作电路立即报警。光线发射器内大量处于 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，辐射出的光中只有 a、b 两种可以使该光电管阴极逸出光电子，图乙为 a、b 光单独照射光电管时产生的光电流 I 与光电管两端电压 U 的关系图线。下列说法正确的是



甲

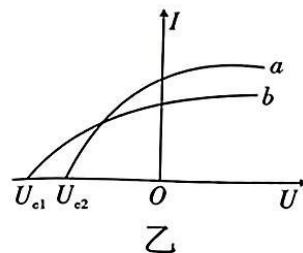


图 5

- A. 光线发射器最多能辐射出 3 种不同频率的光
 B. 用同一装置做双缝干涉实验，a 光的条纹间距较大
 C. 饱和光电流的大小与入射光的强度无关
 D. 若光线被物体阻挡，光电流会变大
7. 假定在未来太空探测过程中，宇航员乘飞船来到了 X 星球，飞船在绕 X 星球做半径为 r_1 的圆周运动时，飞船与 X 星球中心的连线在单位时间内扫过的面积为 S_1 。若已知一颗绕地球做半径为 r_2 的圆周运动的卫星，它与地心的连线在单位时间内扫过的面积为 S_2 ，则 X 星球与地球的质量之比为

A. $\frac{S_1^2}{S_2^2}$

B. $\frac{S_2^2}{S_1^2}$

C. $\frac{S_1}{S_2}$

D. $\frac{r_2 S_1^2}{r_1 S_2^2}$

二、多项选择题：本大题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 一简谐机械波沿 x 轴正方向传播，波长为 λ ，周期为 T 。 $t=0$ 时刻的波形如图 6 甲所示， a 、 b 、 c 是波上的三个质点。图乙是波上某一质点的振动图像。下列说法正确的是

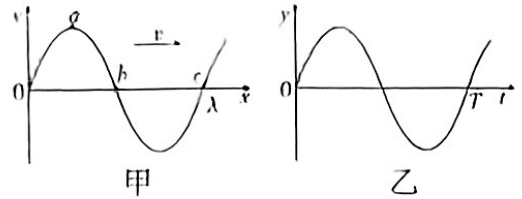


图 6

- A. $t=0$ 时，质点 a 的加速度比质点 b 的小
- B. 质点 b 和质点 c 的速度方向总是相反的
- C. 图乙可以表示质点 b 的振动图像
- D. 图乙可以表示质点 c 的振动图像

9. 利用图像法研究物理量之间的关系是常用的一种数学物理方法。如图 7 所示为物体做直线运动时各物理量之间的关系图像，四个图像均是直线， x 、 v 、 a 、 t 分别表示物体的位移、速度、加速度和时间。下列说法中正确的是

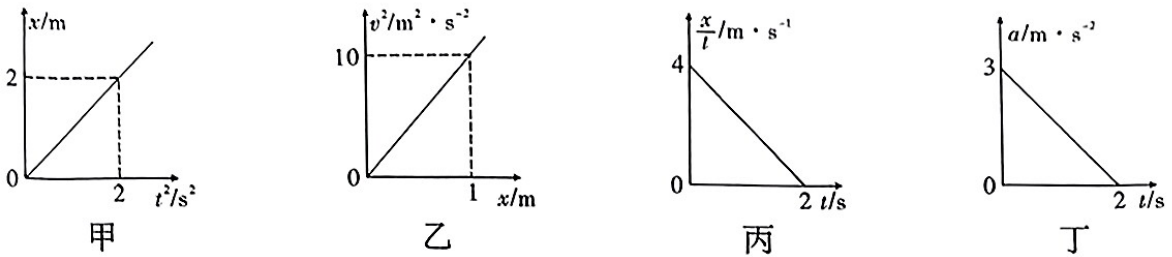


图 7

- A. 根据甲图可求出物体的加速度大小为 2m/s^2
- B. 根据乙图可求出物体的加速度大小为 10m/s^2
- C. 根据丙图可求出物体的加速度大小为 4m/s^2
- D. 根据丁图可求出物体在前 2s 内的速度变化量大小为 6m/s

10. 如图 8 所示，轻弹簧上端连接在箱子顶部中点，下端固定一小球，弹簧劲度系数为 k ，箱子和小球的质量均为 m ，整个装置静止在水平地面上方。现将箱子和小球由静止释放，箱子竖直下落 h 后落地，箱子落地后瞬间速度减为零且不会反弹。此后小球运动过程中，箱子对地面的压力最小值恰好为零。整个过程小球未碰到箱底，重力加速度为 g 。忽略空气阻力，弹簧的形变始终在弹性限度内。下列说法正确的是

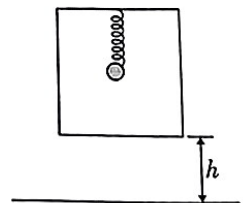


图 8

- A. 箱子下落过程中，箱子机械能守恒
- B. 箱子落地后，弹簧弹力的最大值为 $3mg$
- C. 箱子落地后，小球运动的最大速度为 $2g\sqrt{mk}$
- D. 箱子与地面碰撞损失的机械能为 $2mgh - \frac{2m^2g^2}{k}$

三、非选择题：本大题共 5 小题，共 54 分。

11. (6 分) 某同学研究自由落体运动的规律时，将小球从一固定的毫米刻度尺旁由静止释放，用手机拍摄小球自由下落的视频，然后用相应的软件处理得到每一帧的图片，利用图片中小球的位置就可以得出速度、加速度等信息，实验装置如图 9 甲所示。图乙所示为小球下落过程中连续相邻的三帧图片 I、II、III，相邻两帧之间的时间间隔为 0.02s ，

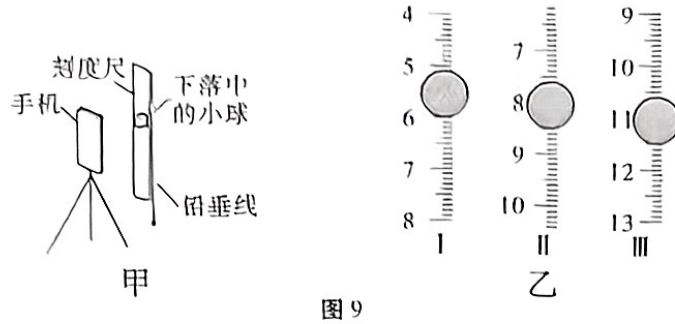


图 9

- (1) 图片 III 小球球心所在的位置为 _____ cm。
 - (2) 图片 II 中小球的瞬时速度约为 _____ m/s (结果保留 3 位有效数字)。
 - (3) 为了得到更精确的加速度值，小球材质应选择密度 _____ (填“小”或“大”) 的小球。
12. (10 分) 某同学为了测量一电流表内阻，采用如图 10 甲所示的电路进行实验。已知电流表的量程是 2mA 、内阻约是 50Ω ，电池的电动势约为 6V 。

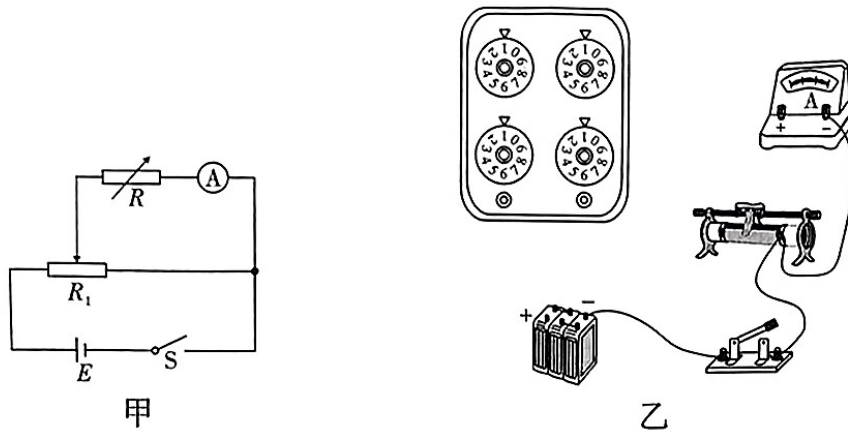


图 10

- (1) 请用笔画线代替导线，在图乙中完成实物电路的连接。
- (2) 按图甲连接好电路后，接下来的正确操作顺序是 _____。
 - ① 将电阻箱 R 的电阻调到零，滑动变阻器 R_1 的滑片调到最右端
 - ② 读出电阻箱的电阻值 R_x ，可以认为电流表的内阻 $r = R_x$
 - ③ 保持滑动变阻器的滑片位置不变，调节电阻箱的电阻，使得电流表的示数为 $\frac{I_0}{2}$

④闭合开关 S，调节滑动变阻器 R_1 的滑片，使得电流表达达到满偏电流 I_0

(3) 可供选择的器材有：

- A. 滑动变阻器 ($0 \sim 5\Omega$, $3A$)
- B. 滑动变阻器 ($0 \sim 50\Omega$, $1A$)
- C. 电阻箱 ($0 \sim 999.9\Omega$)
- D. 电阻箱 ($0 \sim 9999\Omega$)

为了比较准确地测量出电流表的内阻，应选用的滑动变阻器 R_1 是_____；
电阻箱 R 是_____。(均填仪器前的字母序号)

(4) 如果升高电池的电动势，用此电路测出的电流表的内阻的误差将_____
(填“增大”“减小”或“不变”)。

13. (10分) 如图 11 所示为某兴趣小组设计的研究气体性质的实验。实验时，先将高 $H=60\text{cm}$ 的一端封闭的圆柱形玻璃管内气体缓慢均匀加热到某一温度 T_1 ，然后立即开口朝下竖直插入一个足够大的水银槽中，稳定后测量发现玻璃管内外水银面的高度差为 $\Delta h=4\text{cm}$ ，此时空气柱的长度为 $h=38\text{cm}$ 。已知大气压强恒为 $p_0=76\text{cmHg}$ ，环境温度保持为 27°C 不变，玻璃管导热性良好，热力学温度与摄氏温度间的关系为 $T=t+273\text{K}$ ，求：

- (1) 玻璃管插入水银槽稳定后管内气体的压强；
- (2) 玻璃管加热后管内气体的温度。

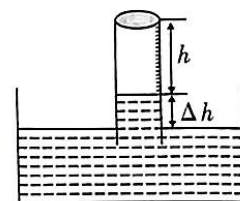


图 11

14. (12分) 如图12所示, 间距为 L 的平行光滑金属导轨固定在绝缘水平面上, 导轨的左端连接一阻值为 R 的定值电阻。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。一根质量为 m 、长度为 L 、电阻为 r 的导体棒 cd 放在导轨上。导体棒运动过程中始终保持与导轨垂直且接触良好, 导轨的电阻可忽略不计。

(1) 若对导体棒 cd 施加一水平向右的恒力, 使其最终以速度 v 向右做匀速直线运动, 求此力的大小 F_1 ;

(2) 若对导体棒 cd 施加一水平向右的拉力 F_2 , 使其在某段时间 t 内沿导轨做初速为零的匀加速直线运动。 F_2 的大小随时间 t 变化的图像为一条斜率为 $k(k>0)$ 的直线, 已知 cd 加速度的大小为 a , 求斜率 k 的大小。

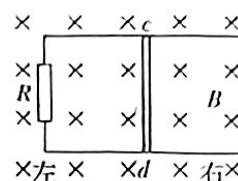


图12

15. (16分) 如图13所示, 竖直虚线边界 MN 左侧有方向水平向右的匀强电场, 质量为 $m = 1\text{kg}$ 带正电的光滑小球 (可视为质点) 在轻质细线 OA 的悬挂下处于静止状态, 此时细线与竖直方向的夹角为 60° , OA 延长线与 MN 的交点为 B , AB 长度为 $L_0 = 0.1\text{m}$, 虚线 MN 右侧无电场。 BC 为一固定足够长的粗糙斜面, 一个带挡板 P (厚度不计) 的上表面光滑薄板在斜面上处于静止状态, 薄板质量为 $M = 3\text{kg}$, 长度为 $L_1 = 1.2\text{m}$, 且薄板上端恰好与 B 点重合, O 、 A 、 B 、 C 共线。某时刻剪断细线 OA , 不计空气阻力, 取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求电场力的大小;

(2) 求小球刚滑上薄板时的速度和加速度大小;

(3) 若小球滑上薄板后与挡板相撞, 撞击时间极短, 小球与挡板的碰撞为弹性正碰, 碰后薄板开始下滑, 小球刚好不滑出薄板, 且当薄板沿斜面下滑至速度为零时小球与挡板恰好发生第二次碰撞。求薄板与斜面的动摩擦因数 μ 。

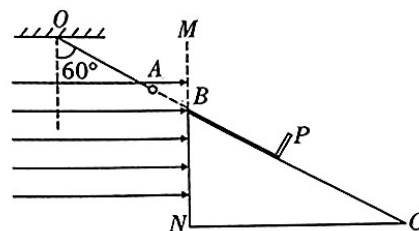


图13



物理参考答案

选择题：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，全部选对的给 6 分，选对但不全的给 3 分，有选错的给 0 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	D	C	A	B	C	B	D	BC	AC	BD

【解析】

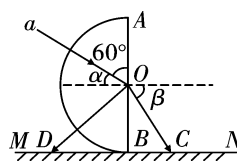
1. 物体能不能视为质点，由具体问题而定，如果它本身的大小对所研究的问题产生的影响很小，那么就可以将它视为质点。也就是说，任何一个物体在某些问题中可以视为质点，而在另一些问题中不能视为质点。故 D 错误。
2. 根据题图可知，1 和 3 粒子绕动方向一致，则 1 和 3 粒子为电子，2 为正电子，电子带负电且顺时针转动，根据左手定则可知磁场方向垂直纸面向里，故 A、D 错误。电子在云室中运行，轨道半径越来越小，根据牛顿第二定律可知 $qvB = m\frac{v^2}{r}$ ，解得粒子运动的半径为 $r = \frac{mv}{qB}$ ，可知粒子的运动速度越来越小，根据题图可知轨迹 3 对应的粒子运动的半径更大，初速度更大，故 C 正确，B 错误。
3. 闭合开关 S 的瞬间，灯泡 L_2 立即点亮，由于自感线圈 L 阻碍电流增加，会有电流经过灯泡 L_1 ，因此灯泡 L_1 会发光，自感线圈 L 的自感系数很大，自感线圈 L 会产生很大的自感电动势，产生对电流很强的阻碍作用，几乎没有电流流经线圈 L ，则只有灯泡 L_2 与灯泡 L_1 处于串联关系，因此灯泡 L_2 与灯泡 L_1 亮度相同，故 A 正确，B 错误。由题意可知，闭合开关 S 稳定后，灯泡 L_1 中没有电流，在断开开关 S 的瞬间，由于线圈 L 产生自感电动势的作用，使得灯泡 L_1 与线圈 L 组成的闭合回路中有电流产生，因此灯泡 L_1 先闪亮，后逐渐变暗，由于没有电流经灯泡 L_2 ，因此灯泡 L_2 会立即熄灭，故 C、D 错误。
4. 对 A、B 整体由平衡条件有 $\frac{1}{3}\mu \cdot 3mg \cos \alpha + \mu mg \cos \alpha = 4mg \sin \alpha$ ，所以 $\mu = 2 \tan \alpha$ ，故 B 正确。



5. 光路如图所示，由题意可得，激光在 AB 面上发生折射时的入射角

$\alpha = 30^\circ$ ，在直角 $\triangle OBD$ 中，由几何关系可得 $BD = OB \tan 60^\circ = 3\sqrt{3}\text{cm}$ ，

根据题意 $BC = CD - BD = (4\sqrt{3} - 3\sqrt{3})\text{cm} = \sqrt{3}\text{cm}$ ，设半圆玻璃砖的折



射率为 n ，折射角为 β ，则 $\tan \beta = \frac{BO}{BC} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$ ，可得 $\beta = 60^\circ$ ，根据折射定律，折射率

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}。故选 C。$$

6. 光线发射器中处于 $n = 4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，最多能辐射出 6 种不同频率的光，故 A 错误。由题乙图可知， a 光的遏止电压小于 b 光的遏止电压。根据 $eU_c = E_{\text{km}} = h\nu - W_0$ 可知， $\nu_a < \nu_b$ ， a 光的波长大于 b 光的波长，故 a 光条纹间距较宽，故 B 正确。对于同种频率的光，入射光强度越大，光子数越多，饱和光电流越大，故 C 错误。部分光线被遮挡，光子数量减少，光电子数量减小，光电流变小，故 D 错误。

7. 由 $G \frac{Mm}{r^2} = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ ， $S = \frac{\pi r^2}{T}$ ，联立解得 $M = \frac{4S^2}{Gr}$ ，则 X 星球与地球质量之比为 $\frac{r_2 S_1^2}{r_1 S_2^2}$ ，

故 D 正确。

8. $t = 0$ 时，质点 a 的位移最大，则加速度最大，质点 b 的位移为零，加速度为零，质点 b 和质点 c 的平衡位置相差半个波长，则速度方向总是相反的，因 $t = 0$ 时刻质点 b 向上振动，结合图乙可知，图乙可以表示质点 b 的振动，因 $t = 0$ 时刻质点 c 向下振动，结合图乙可知，图乙不可以表示质点 c 的振动，故 B、C 正确，A、D 错误。

9. 根据 $x = \frac{1}{2}at^2$ ，得 $\frac{1}{2}a = 1\text{m/s}^2$ ，加速度为 $a = 2\text{m/s}^2$ ，故 A 正确。根据 $v^2 = 2ax$ ，得 $2a = 10\text{m/s}^2$ ，

加速度为 $a = 5\text{m/s}^2$ ，故 B 错误。根据 $x = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$ ，得 $\frac{x}{t} = -\frac{1}{2}at + v_0$ ，则 $-\frac{1}{2}a = -\frac{4}{2}\text{m/s}^2$ ，

加速度大小为 $a = 4\text{m/s}^2$ ，故 C 正确。 $a-t$ 图线与坐标轴围成的面积等于速度变化量，所

以有 $\Delta v = \frac{1}{2} \times 3 \times 2\text{m/s} = 3\text{m/s}$ ，故 D 错误。

10. 箱子在运动过程中除了重力做功外，弹簧弹力也在做功，因此箱子下落过程中，箱子机械能不守恒，故 A 错误。根据题意，此后小球运动过程中，箱子对地面的压力最小值恰



好为零，此时对箱子有 $F_{T1} = mg$ ，弹簧处于压缩状态，小球做简谐振动，根据简谐振动的对称性可知，在最低点的合外力 $F_{T2} - mg$ 与最高点的合外力 $F_{T1} + mg$ 相等，联立解得 $F_{T2} = 3mg$ ，故 B 正确。小球做简谐振动，在平衡位置时有 $F_{T0} = kx_0 = mg$ ，解得 $x_0 = \frac{mg}{k}$ ，此时小球的速度最大，小球从最高点到达平衡位置下落的高度 $h = 2x_0 = \frac{2mg}{k}$ ，而小球在最高点和在平衡位置时弹簧的弹性势能相同，则对小球由最高点到平衡位置根据动能定理可得 $mg \cdot 2x_0 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ ，解得 $v_{\max} = 2g\sqrt{\frac{m}{k}}$ ，故 C 错误。箱子损失的机械能即为箱子、弹簧、小球所构成的系统损失的机械能，小球在平衡位置时弹簧所具有的弹性势能和箱子未落下时弹簧所具有的弹性势能相同，由能量守恒可得箱子损失的机械能 $\Delta E = 2mgh - \frac{2m^2g^2}{k}$ ，故 D 正确。

非选择题：本大题共 5 小题，共 54 分。

11. (每空 2 分，共 6 分)

- (1) 11.05
- (2) 1.38
- (3) 大

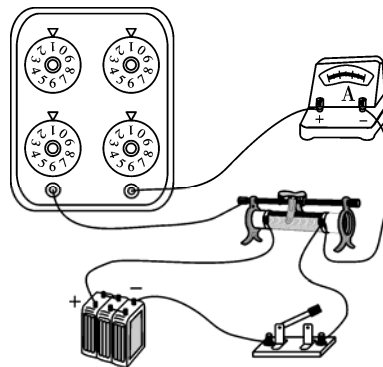
【解析】(1) 图片 III 中小球的上缘刻度为 10.60cm，下缘刻度为 11.50cm，则直径为 0.9cm，小球球心所在的位置 $10.60 + 0.45\text{cm} = 11.05\text{cm}$ 。

(2) 图片 I 位置球心的位置为 5.55cm，则图片 II 中小球的瞬时速度约为 $v_2 = \frac{(11.05 - 5.55) \times 10^{-2}}{2 \times 0.02} \text{m/s} \approx 1.38\text{m/s}$ 。

(3) 为了得到更精确的加速度值，小球材质应选择密度大的小球，以减小阻力的影响。

12. (每空 2 分，共 10 分)

- (1) 如图所示
- (2) ①④③②
- (3) A C
- (4) 减小





【解析】(2) 该实验为半偏法测量电流表内阻，实验原理与步骤为：刚开始将电阻箱 R 的电阻调到零，滑动变阻器 R_1 的滑片滑到最右端；接着闭合开关 S ，调节变阻器 R_1 的滑片，使得电流表达到满偏电流 I_0 ，则并联电压为 $U = I_0 r$ ；再保持滑动变阻器的滑片位置不变，调节电阻箱的电阻，使得电流表的示数为 $\frac{I_0}{2}$ ，此时 $U = \frac{I_0}{2}(R_x + r)$ ，最后读出电阻箱的电阻值 R_x ，可以认为电流表的内阻 $r = R_x$ 。故正确操作顺序是①④③②。

(3) 本实验滑动变阻器采用分压式接法，为方便操作，应选用最大阻值较小的滑动变阻器，故选 A；由于电流表内阻较小，因此电阻箱应选用最大阻值较小、最小测量挡位更小的 C。

(4) 此实验过程中认为电阻箱串联电流表后并联电压不变，而实际情况是电阻箱串联电流表后电路总电阻变大，干路电流减小，并联电压变大，故所串联的电阻箱分压大于电流表的分压，其阻值大于电流表的内阻，故测量值大于真实值。若升高电源的电动势，电阻箱阻值接入电路后，对全电路电压分配的影响减小，因此测量误差减小。

13. (10 分)

解：(1) 设玻璃管的横截面积为 S ，以插入水银槽后玻璃管中的空气为研究对象

初始状态参量为 $p_1 = p_0$ 、 $V_1 = SH$ 、 T_1

稳定后气体的状态参量为 $p_2 = p_0 - \rho g \Delta h$ 、 $V_2 = Sh$ 、 $T_2 = 300\text{K}$ ①

可得 $p_2 = 72\text{cmHg}$ ②

(2) 根据理想气体状态方程 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ ③

可得 $T_1 = 500\text{K}$ ④

评分标准：本题共 10 分。正确得出③式给 4 分，其余各式各给 2 分。

14. (12 分)

解：(1) 根据法拉第电磁感应定律可知导体棒产生的感应电动势

$E = BLv$ ①

根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R + r}$ ②



根据共点力平衡，有 $F_1 = F_A = BIL$ ③

联立解得 $F_1 = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$ ④

(2) 导体棒沿导轨做初速为零的匀加速直线运动，则有 $v = at$ ，结合第(1)问，根据牛顿第二定律可得 $F_2 - F_A = ma$ ⑤

联立可得 $F_2 = \frac{B^2 L^2 a}{R+r} t + ma$ ⑥

可知 $F_2 - t$ 图像的斜率为 $k = \frac{B^2 L^2 a}{R+r}$ ⑦

评分标准：本题共 12 分。正确得出①、②式各给 1 分，其余各式各给 2 分。

15. (16 分)

解：(1) 在电场中处于平衡，由受力分析知 $\tan 60^\circ = \frac{qE}{mg}$ ①

得电场力大小 $F_{\text{电}} = qE = \sqrt{3}mg = 10\sqrt{3}N$ ②

(2) 剪断细线后合力与拉力等大反向，由牛顿第二定律 $\frac{mg}{\cos 60^\circ} = ma_0$ ③

解得 $a_0 = 20\text{m/s}^2$ ④

小球在电场中做匀加速直线运动到达 B 点速度为 v_0 ，由运动学公式

$v_0^2 = 2a_0 L_0$ ⑤

解得 $v_0 = 2\text{m/s}$ ⑥

由牛顿第二定律可得小球的加速度大小为 $a_1 = \frac{mg \sin 30^\circ}{m} = g \sin 30^\circ = 5\text{m/s}^2$ ⑦

(3) 设与挡板碰撞之前速度为 v_1 ，则由运动学公式 $v_1^2 - v_0^2 = 2a_1 L_1$ ⑧

解得 $v_1 = 4\text{m/s}$

取沿斜面向下为正，薄板与小球发生弹性碰撞，由动量守恒定律

$mv_1 = mv_1' + Mv_{\text{板}}$ ⑨

由机械能守恒定律 $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mv_{\text{板}}^2$ ⑩



解得 $v_1' = -2\text{m/s}$, $v_{\text{板}} = 2\text{m/s}$

第一次碰后到第二次碰前设薄板和小球位移为 x , 则有 $x = \frac{v_{\text{板}}}{2}t = \frac{v_2 + v_1'}{2}t$ ⑪

解得 $v_2 = 4\text{m/s}$

此过程中小球加速度仍为 $a_1 = g \sin 30^\circ = 5\text{m/s}^2$ ⑫

由运动学公式得 $t = \frac{v_2 - v_1'}{a_1} = 1.2\text{s}$ ⑬

设薄板的加速度为 a_2 , 由运动学公式可得 $a_2 = \frac{v_{\text{板}}}{t} = \frac{5}{3}\text{m/s}^2$ ⑭

对薄板由牛顿第二定律有 $\mu(m + M)g \cos 30^\circ - Mg \sin 30^\circ = Ma_2$ ⑮

解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ⑯

评分标准：本题共 16 分。正确得出①~⑯式各给 1 分。