

4. 已知质量分布均匀的球壳对内部任一质点的万有引力为零。若将地球视为质量分布均匀的球体，半径为 R ，且不计地球自转。设地球表面上方高 R 处的重力加速度为 g_1 ，地球表面下方深 $0.5R$ 处的重力加速度为 g_2 ，则 $\frac{g_1}{g_2}$ 为

- A. 1 B. $\frac{1}{2}$ C. $\frac{1}{3}$ D. $\frac{1}{4}$

5. 如图 4 所示，竖直平面内有竖直方向的匀强电场（图中未画出）和竖直放置的光屏。光屏左侧水平距离为 L 处的 S 点放置点光源和不带电的小球 A （可视为质点）。质量为 m 的带电小球 B 贴着光屏向下运动，当 B 与点光源在同一高度时，以水平速度 v_{A1} 抛出小球 A ，发现 A 的影子总与 B 重合。已知重力加速度为 g ，不计空气阻力及光屏对 B 球的摩擦力，以下说法正确的是

- A. 小球 B 受到的电场力方向竖直向上，且电场力大小为 $F = \frac{mg}{2}$
 B. 小球 B 做匀加速直线运动
 C. 小球 A 、 B 相遇时的速度相同
 D. B 球开始运动时的速度为 $v_{B1} = \frac{gL}{2v_{A1}}$

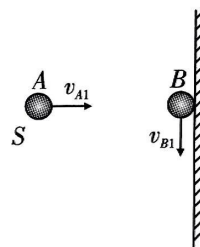


图 4

6. 在垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中有一个粒子源，可以发射不同比荷、不同速度的带正电粒子（重力不计）。已知所有发射出的粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径均相等。如图 5 所示，某一时刻粒子源水平向右发射第一个粒子后，间隔 $\Delta t = \frac{\pi m}{8qB}$ 后在同一平面竖直向上发射第二个粒子（未画出）。发现第一个粒子在回到初始位置之前和第二个粒子在回到初始位置之前在磁场中恰好相碰。若第一个粒子发射的初速度为 v 、质量为 m 、电荷量为 q ，则第二个粒子的速度为

- A. $\frac{2}{11}v$ B. $\frac{4}{11}v$ C. $\frac{6}{11}v$ D. $\frac{8}{11}v$

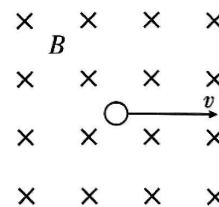


图 5

7. 如图 6 所示，竖直平面内的 xOy 坐标系中， x 轴上固定一个电荷量大小为 Q 的点电荷 A ， y 轴上固定一根足够长的光滑绝缘细杆（细杆的下端刚好在坐标原点 O 处），将一个重力不计的带电圆环 B （可视为质点）套在杆上。现将圆环分别从 P 点与 N 点（图中未画出）静止释放。从 P 点释放时，圆环从 O 处离开细杆后恰好绕点电荷 Q 做半径为 R 、周期为 T 的匀速圆周运动；从 N 处释放时，圆环从 O 处离开细杆后恰好绕点电荷 Q 做椭圆运动（类比行星运动），周期为 $2\sqrt{2}T$ 。若规定无穷远处电势为零，点电荷产生的电势公式 $\varphi = \frac{kQ}{r}$ （ r 为到点电荷的距离）。则下列说法正确的是

- A. A 与 B 的电性相同
 B. B 从 P 点到 O 点运动的过程中电势能一直增大
 C. PO 间距为 $\sqrt{3}R$
 D. NO 间距为 $\sqrt{14}R$

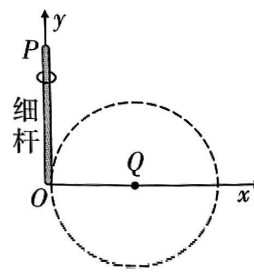


图 6

二、多项选择题：本大题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 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 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 如图 7 所示，一个边长为 $L = 5\text{cm}$ 、匝数 $N = 40$ （匝）的正方形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中绕垂直于磁感线的轴 OO' 匀速转动，磁感应强度为 $B = 5\text{T}$ ，线圈转动的角速度 $\omega = 10\pi\text{rad/s}$ ，闭合回路中两只灯泡均能发光。下列说法正确的是

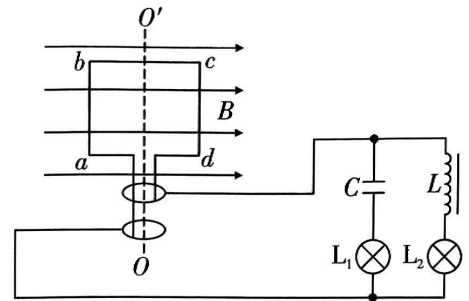


图 7

- A. 插入电感器 L 的铁芯时，灯泡 L_2 变暗
- B. 增大电容器 C 两极板间的距离时，灯泡 L_1 变亮
- C. 增大线圈转动的角速度 ω 时，灯泡 L_1 变亮，灯泡 L_2 变暗
- D. 从图中位置开始计时，感应电动势的瞬时值表达式为 $e = 5\pi\cos 10\pi t(\text{V})$

9. 如图 8 所示，由相同材料制成长度都为 L 的四个金属条，每个金属条的电阻均为 r ，用光滑轻质铰链将金属条连成导体框 $ABCD$ ，金属条质量可以忽略不计，将 A 处带孔铰链套在竖直墙上的水平转轴上，空间有垂直墙面水平向外的匀强磁场（图中未画出），磁感应强度大小为 B 。收拢金属条使之成为水平长条状，在 C 处用轻质绝缘细绳挂上质量为 m 的重物，拉直细绳，无初速度释放重物。如图乙所示，当金属条 BC 与 CD 夹角为 120° 时，重物的速度大小为 v 。重力加速度为 g ，则下列说法正确的是

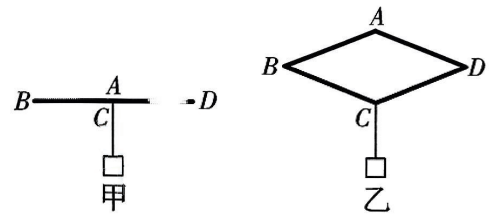


图 8

- A. 当金属条 BC 与 CD 夹角为 120° 时，金属框中的感应电流方向为逆时针
- B. 当金属条 BC 与 CD 夹角为 120° 时，金属杆 BAD 受到的安培力方向竖直向上
- C. 从重物开始下落到金属条 BC 与 CD 夹角为 120° 过程中，金属框产生的焦耳热 $Q = mgL - \frac{1}{2}mv^2$

D. 从重物开始下落到金属条 BC 与 CD 夹角为 120° 过程中，通过金属框中的电荷量为 $q = \frac{\sqrt{3}BL^2}{8r}$

10. 如图 9 甲所示，在光滑水平面上，轻质弹簧一端固定，质量为 m 的物体 A 以速度 v_0 向右运动压缩弹簧，测得弹簧的最大压缩量为 x ；现让该弹簧一端连接另一物体 B （如图乙所示），静止在光滑水平面上，物体 A 以 $2v_0$ 的速度向右运动压缩弹簧，测得弹簧的最大压缩量仍为 x 。已知整个过程弹簧处于弹性限度内，则

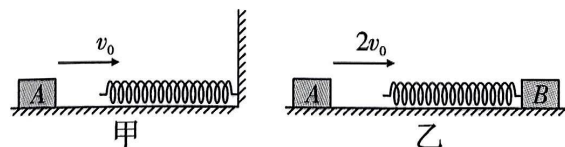


图 9

- A. 弹簧压缩量为最大值 x 时的弹性势能为 mv_0^2
- B. 物体 B 的质量为 $\frac{m}{3}$
- C. 乙图中，弹簧重新恢复原长时，物体 B 的动量大小为 mv_0
- D. 乙图中，从 A 接触弹簧到弹簧压缩量最大所经历的时间为 t ，则时间 t 内 B 的位移为 $\frac{3}{4}(2v_0t - x)$

三、非选择题：共 5 小题，共 57 分。

11. (7 分) 杨氏双缝干涉实验被誉为史上“最美”的十大物理实验之一。在“用双缝干涉测光的波长”实验中，实验装置如图 10 所示。

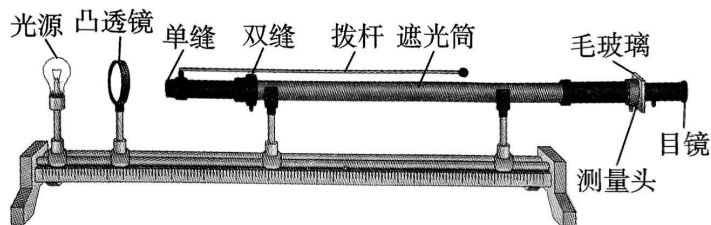


图 10

- (1) 在组装仪器时单缝和双缝应该相互_____（填“垂直”或“平行”）放置。
 (2) 实验需测量的相邻条纹间距 Δx 指的是下列图中的_____。

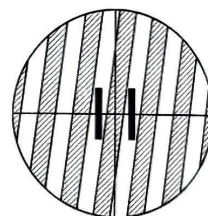
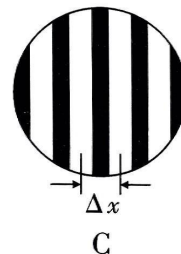
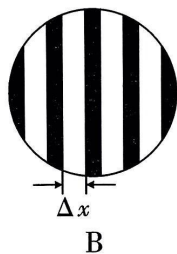
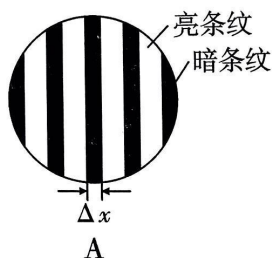


图 11

- (3) 若某次实验观察到的干涉条纹与分划板的中心刻线不平行，如图 11 所示，在这种情况下测量相邻条纹间距 Δx ，则波长 λ 的测量值_____（填“大于”“小于”或“等于”）真实值。

12. (9 分) 某物理爱好者设计了一个三挡位（“ $\times 1$ ”“ $\times 10$ ”“ $\times 100$ ”）的欧姆表，其内部结构如图 12 所示，K 为单刀三掷开关，R 为调零电阻， R_1 、 R_2 、 R_3 为定值电阻，表头 G 的满偏电流为 I_g 、内阻为 R_g ，干电池的电动势为 E 、内阻为 r 。用此欧姆表测量某待测电阻的阻值，回答下列问题：

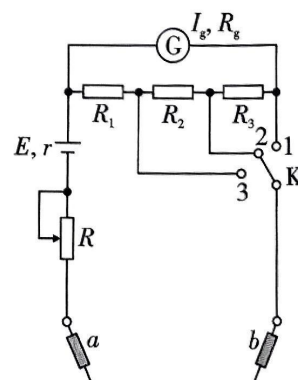


图 12

- (1) 欧姆表的两只表笔中，_____（填“a”或“b”）是黑表笔。
 (2) 某次测量时，欧姆表的挡位为“ $\times 10$ ”，读数时发现指针偏转角度太大，则应将挡位调为_____（填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”）。
 (3) 若从“ $\times 10$ ”挡位换成“ $\times 100$ ”挡位，再进行欧姆调零时，调零电阻 R 的滑片应该_____（填“向上”或“向下”）调节。
 (4) 在“ $\times 100$ ”挡位进行欧姆调零后，在 ab 两表笔间接入阻值为 4500Ω

的定值电阻 R_0 ，稳定后表头 G 的指针偏转到满偏刻度的 $\frac{2}{5}$ ；取走 R_0 ，在

ab 两表笔间接入待测电阻 R_x ，稳定后表头 G 的指针偏转到满偏刻度的 $\frac{3}{5}$ ，则 $R_x =$ _____ Ω 。

13. (10分) 如图13所示, 在竖直放置、开口向上的圆柱形容器内用质量为 $m=1\text{kg}$ 的活塞密封一部分理想气体, 活塞横截面积为 $S=0.01\text{m}^2$, 能无摩擦地滑动。将整个装置放在大气压恒为 $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$ 的空气中, 开始时容器内气体的温度为 $t_0=27^\circ\text{C}$, 气柱的高度为 $h=0.5\text{m}$ 。当容器内气体从外界吸收一定热量后, 气体内能增加 1400J , 活塞缓慢上升 $\Delta h=0.2\text{m}$ 后再次平衡。已知重力加速度大小为 $g=10\text{m/s}^2$, 取 $0^\circ\text{C}=273\text{K}$ 。求:

- (1) 再次平衡时容器内气体的温度 (用热力学温度表示);
- (2) 此过程中容器内气体吸收的热量。

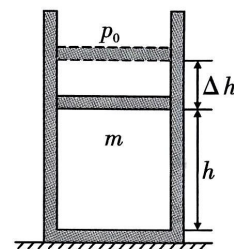


图 13

14. (13分) 如图14, 质量为 $M=1\text{kg}$ 、长度为 $L=1.2\text{m}$ 的薄木板静置于光滑水平地面上, 半径为 $R=0.75\text{m}$ 的竖直光滑圆弧轨道固定在地面, 轨道底端与木板等高, 轨道上端点和圆心连线与水平面成 37° 角。质量为 $m=3\text{kg}$ 的小物块 A 以 $v_0=8\text{m/s}$ 的初速度从木板左端水平向右滑行, A 与木板间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ 。当 A 到达木板右端时, 两者未共速, 木板恰好与轨道底端相碰并被锁定, 同时 A 沿圆弧切线方向滑上轨道。待 A 离开轨道后, 可随时解除木板锁定, 解除锁定时木板获得的速度大小为碰撞前瞬间速度大小的 $\frac{5}{6}$ 、方向相反。 g 取 10m/s^2 , $\sqrt{10}$ 取 3.2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$ 。

- (1) 求物块 A 从木板左端滑至木板右端的时间;
- (2) 求物块 A 到达圆弧轨道最高点时受到轨道的弹力大小;
- (3) 物块 A 运动到最大高度时, 解除木板锁定。请判断物块 A 能否落到木板上 (不考虑物块的反弹), 若能, 求出落点离木板右端的距离; 若不能, 请通过计算说明原因。

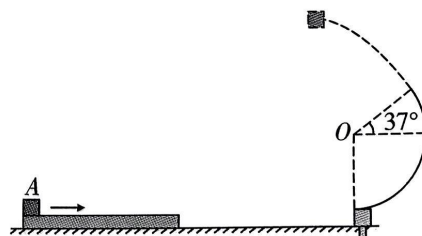


图 14

15. (18分) 如图 15 所示, 真空室里足够大的光滑水平桌面内建立一直角坐标系, 整个空间有垂直于桌面向上, 磁感应强度为 B 的匀强磁场, 第一象限内有水平向右的匀强电场。光滑挡板 OC 与 x 轴重合且 C 处有一小孔, 位置坐标为 $(L, 0)$, 足够长的光滑挡板 OD 与 x 轴负方向夹角为 $\theta=30^\circ$ 。有一质量为 m 、电荷量为 $q(q>0)$ 的微粒从图中 A 点以某一初速度出发能沿直线运动并穿过 C 处小孔。已知第一象限内磁感应强度与电场强度大小之比为 $\frac{3m}{qBL}$, 且微粒与 OC 挡板能发生弹性碰撞, 与 OD 板每次碰撞时动能损失 75%, 不计碰撞中微粒质量和电荷量的变化。求:
- (1) 微粒在第四象限内运动的时间;
 - (2) 若微粒在 OD 板上撞击的位置距原点最近点为 E 点, 最远点为 F 点 (图中均未画出), 求 E 点和 F 点的坐标;
 - (3) 将整个空间磁场变为等大反向, 并加上沿 y 轴正向的匀强电场, 磁场强度与电场强度大小之比仍为 $\frac{3m}{qBL}$ 。一质量为 m 、电荷量为 $q(q>0)$ 的微粒一号在第 (2) 问中的 F 点静止释放, 同时另一个质量为 m 不带电的微粒二号从 O 点以某一初速度沿水平桌面射出, 经过 $t = \frac{15\sqrt{3}m}{8qB}$ 后两者相遇, 且此时微粒一号首次运动到距 x 轴最远位置, 求微粒二号运动的轨迹方程。

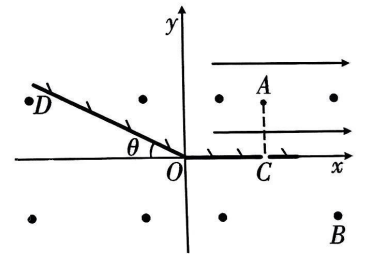


图 15