

绝密★启用前

2024 届新高三秋季入学摸底考试

物 理

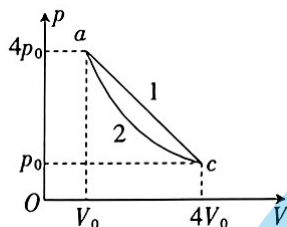
注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号等填写在答题卡和试卷指定位置上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用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,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。

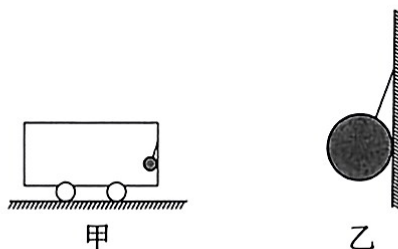
一、选择题:本题共 11 小题,每小题 4 分,共 44 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,8~11 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有错选的得 0 分。

1. 普通的手机电池含有已经存在了大约 137 亿年的一种化学元素——锂,根据最新的大爆炸理论,在宇宙诞生很短时间内,锂元素通过两种方式形成,其中一种方式是 ${}^4_2\text{He}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 发生核聚变形成 ${}^6_3\text{Li}$,核反应方程为 ${}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + \text{X}$, ${}^4_2\text{He}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^6_3\text{Li}$ 和 X 的质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 ,光速为 c 。关于该核反应,下列说法正确的是
A. X 为 ${}^1_1\text{H}$
B. 在锂元素形成的过程中宇宙的温度一定很高
C. ${}^4_2\text{He}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 聚合时两者间距离的数量级为 10^{-10} m
D. 该反应释放的核能为 $(m_3 + m_4 - m_1 - m_2)c^2$
2. 在地球赤道面上有一点 P,其上方有一小段沿东西方向放置的通电直导线,电流方向由东向西,通电直导线产生的磁场在 P 点处磁感应强度大小为 B,地磁场在 P 点处的磁感应强度大小也为 B,地球视为球体,不考虑地磁偏角的影响,则 P 点处实际磁感应强度大小为
A. $2B$ B. $\sqrt{2}B$ C. B D. 0
3. 足球运动员将足球以一定初速度斜向上踢出,在空中运动后斜向下砸向地面,不计空气阻力和足球转动的影响,足球在空中运动的过程中
A. 速度大小一直减小
B. 在最高点时速度为零
C. 任意相等时间内,动量的变化量相同
D. 任意相等时间内,位移相同

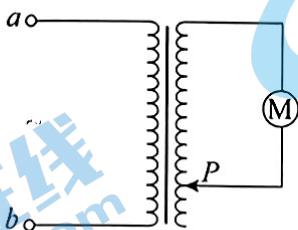
4. 一定质量的理想气体分别按 1、2 两种方式从状态 a 变为状态 c , 其过程如图所示, 其中图线 1 为直线, 图线 2 为等温曲线。下列说法正确的是



- A. 第 1 种方式变化过程, 气体的温度先升高再降低
 B. 第 2 种方式变化过程, 气体分子平均动能增大
 C. 第 1 种方式变化过程, 气体对外界做的功比第 2 种方式变化过程要更少
 D. 第 1 种方式变化过程, 气体吸收的热量比第 2 种方式变化过程要更少
5. 如图甲, 一辆汽车静止在水平地面上, 在其车厢右壁上用细绳悬挂着一个篮球, 这部分放大后如图乙所示, 不计细绳的质量和篮球与竖直车厢壁之间的摩擦, 篮球形状不发生变化, 下列说法正确的是



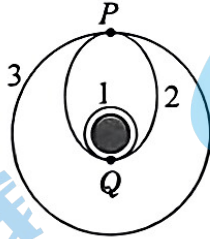
- A. 若改用稍短一些的细绳悬挂篮球, 则细绳对篮球的拉力变小
 B. 若改用稍短一些的细绳悬挂篮球, 则篮球对竖直车厢壁的压力不变
 C. 若汽车由静止开始向左做加速运动, 则细绳对篮球的拉力会变小
 D. 若汽车由静止开始向左做加速运动, 则篮球对竖直车厢壁的压力变大
6. 如图所示为某可调速风扇的简化电路图, 理想变压器 a 、 b 端输入电压有效值恒定的交流电, 副线圈接有工作电机 M 。现使滑片 P 向下滑动, 不考虑电机线圈对电路的影响, 下列说法正确的是



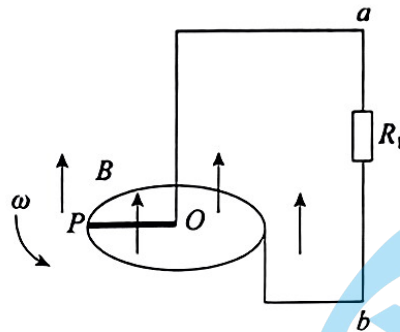
- A. 工作电机 M 两端的电压增大
 B. 工作电机 M 的功率不变
 C. 变压器原线圈中的电流不变
 D. 变压器原线圈中的电流减小
7. 比赛用排球的球内标准气压为 $1.300 \times 10^5 \sim 1.425 \times 10^5$ Pa, 球内气体体积为 5 L。某次比赛时周围环境大气压强为 1.000×10^5 Pa, 赛前球内气体压强为 1.100×10^5 Pa。当球内气体压强高于外界大气压强时球的体积和形状都不会发生改变。充气筒每次能将外界 0.23 L 的空气充入排球, 充气过程气体的温度不变, 空气视为理想气体, 要使排球球内气体的压强不低于球内标准气压, 赛前至少充气的次数为

- A. 29 次
 B. 28 次
 C. 5 次
 D. 4 次

8. 2023年5月17日10时49分,我国成功发射第56颗北斗导航卫星,该卫星将运行在地球静止轨道(GEO)上,是北斗三号全球组网以来的首颗高轨备份卫星。该卫星的人轨过程如图所示,先将卫星发射至近地圆轨道1,运行至Q点时调整进入椭圆轨道2,再运行至P点时调整进入静止轨道3。已知近地圆轨道1的半径近似等于地球半径 R ,卫星在轨道3上运行的周期为24 h,引力常量为 G ,不计卫星变轨时的质量损失。下列说法正确的是



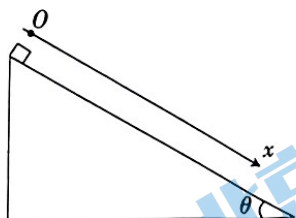
- A. 卫星在Q点自轨道1变轨至轨道2时需要加速
 B. 卫星在轨道1上运行的周期小于24 h
 C. 卫星在轨道1上运行的动能小于在轨道3上运行时的动能
 D. 卫星在轨道3上运行的速度大小可能大于7.9 km/s
9. 如图,水平金属圆环的半径为 L ,匀质导体棒 OP 的长度也为 L ,导体棒 OP 和电阻 R_1 的阻值都为 R_0 ,电路中的其他电阻忽略不计。导体棒 OP 绕着它的一个端点 O 以大小为 ω 的角速度匀速转动, O 点恰好为金属圆环的圆心,转动平面内有竖直向上的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,导体棒 OP 转动过程中始终与金属圆环接触良好。对导体棒 OP 转动一周的过程,下列说法正确的是



- A. 电阻 R_1 中的电流方向由 a 指向 b
 B. 电阻 R_1 两端的电压为 $\frac{1}{4}BL^2\omega$
 C. 电阻 R_1 上产生的焦耳热为 $\frac{\pi B^2 L^4 \omega}{8R_0}$
 D. 通过电阻 R_1 的电流大小不断变化
10. 滑草是一项前卫运动,符合新时代环保理念,具有能在春夏秋冬四季体会滑雪乐趣的独特魅力,颇受人们喜爱,如图甲所示。某滑草场滑道及滑草爱好者的滑行过程可简化为如图乙情景,滑草爱好者坐在滑行器上,从倾角 $\theta = 37^\circ$ 的斜面顶端由静止开始滑行,以斜面顶端为原点(O)沿斜面方向建立位移(x)数轴,向下滑行过程中滑行器与滑道间的动摩擦因数满足 $\mu = \frac{1}{80}x$ (x 为位移,单位为m),滑行一段时间后动摩擦因数不变且滑草爱好者将匀速下滑。若滑草爱好者及滑行器的总质量为70 kg,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,则滑草爱好者由静止开始到匀速滑行的过程中



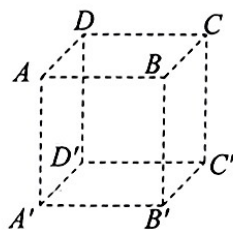
甲



乙

- A. 做匀加速直线运动
- B. 滑行 60 m 后开始匀速运动
- C. 克服摩擦阻力做功 12600 J
- D. 匀速滑行时的动能为 12600 J

11. 如图, $ABCD-A'B'C'D'$ 为空间中边长为 a 的正方体区域, 在 A' 、 C' 两点固定着等量异种点电荷, 电荷量大小均为 Q , 正电荷固定在 A' 点, 负电荷固定在 C' 点。下列说法正确的是



- A. 空间中 B 、 B' 两点的电场强度方向不相同
- B. 空间中 B 点的电势小于 B' 点的电势
- C. 空间中 B 点的电场强度大小为 $\frac{kQ}{2a^2}$
- D. 将正电荷 q 自 A 点沿直线运动至 B 点, 电场力一直做正功

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 56 分。

12. (6 分) 某实验小组探究单摆做简谐运动的周期和小球的质量、单摆摆长的关系。

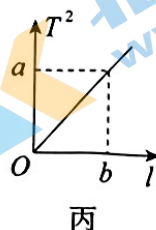
(1) 小组内的两位同学各自组装了一套实验装置, 分别如图甲、乙所示。为了保证小球在确定的竖直面内摆动, 应选用图 _____ (选填“甲”或“乙”) 所示的实验装置。



甲



乙



丙

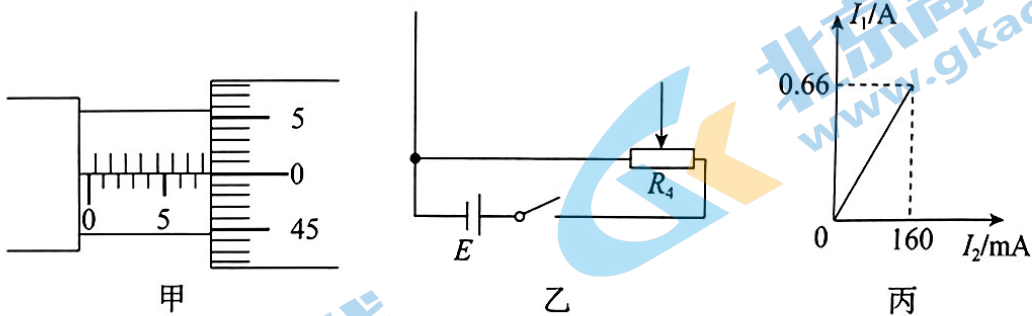
(2) 关于该实验, 下列说法正确的是 _____。

- A. 该探究方法为控制变量法
- B. 实验所用小球的质量要尽量大, 体积要尽量小
- C. 实验时细线的最大摆角约为 45°
- D. 测量小球的摆动周期时, 应该从小球处于最高点时开始计时

(3) 当小球的质量一定, 探究单摆做简谐运动的周期和摆长的关系时, 该小组同学利用正确装置通过改变摆长进行了多次实验, 得到了多组关于摆长 l 和其对应的周期 T 的数值, 画出的 T^2-l 图像如图丙所示, 由图丙可得小球的质量一定时, 周期 T 和摆长 l 的关系为 $T =$ _____ (用 a 、 b 、 l 表示)。

13. (10分) 某科技小组要测量某种电阻材料的电阻率, 他们找来一根用该材料制成的粗细均匀的电阻丝, 该电阻丝的阻值大约为 $8\ \Omega$ 。

(1) 首先用螺旋测微器测量该电阻丝的直径, 示数如图甲所示, 则该电阻丝的直径 $d =$ _____ mm。



(2) 他们又精确测量该电阻丝的阻值 R_x 。除待测电阻丝外, 实验室还提供了下列器材:

电流表 A_1 (量程为 $0 \sim 1\ \text{A}$, 内阻约为 $0.4\ \Omega$);

电流表 A_2 (量程为 $0 \sim 300\ \text{mA}$, 内阻为 $1\ \Omega$);

定值电阻 R_1 (阻值为 $2.4\ \Omega$);

定值电阻 R_2 (阻值为 $24\ \Omega$);

定值电阻 R_3 (阻值为 $240\ \Omega$);

滑动变阻器 R_4 (总阻值为 $5\ \Omega$, 额定电流为 $3\ \text{A}$);

电源 (电动势为 $9\ \text{V}$, 内阻为 $0.5\ \Omega$)。

① 因为实验室没有提供电压表, 该实验小组用电流表和定值电阻改装成所需要的电压表, 电流表应选用 _____ (选填“ A_1 ”或“ A_2 ”), 定值电阻应选用 _____ (选填“ R_1 ”、“ R_2 ”或“ R_3 ”)。

② 在图乙中将实验电路补充完整 (待测电阻丝用“ $\text{---} \boxed{R_x} \text{---}$ ”表示)。

(3) 用刻度尺测得电阻丝接入电路中的长度为 $0.800\ \text{m}$ 。

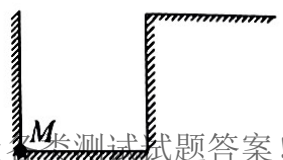
(4) 电流表 A_1 的示数用 I_1 表示, 电流表 A_2 的示数用 I_2 表示, 该小组通过调节滑动变阻器进行了多次测量, 以 I_1 为纵轴, I_2 为横轴, 根据测量数据画出的图像如图丙所示, 则所测电阻材料的电阻率约为 _____ $\Omega \cdot \text{m}$ (结果保留 2 位有效数字)。

14. (10分) 如图所示为某容器的截面, 容器的高度和底边的长度都为 L , 截面右上方某处固定一能发射单色光的点光源 S 。开始时容器内为真空, 在光源 S 的照射下, 容器底部形成阴影, 阴影的左边缘恰好在容器内左下角 M 点。现将容器内装满某种液体, 容器底部阴影的长度变为 $\frac{\sqrt{3}}{3}L$, 不考虑光的反射。

(1) 求液体对该单色光的折射率;

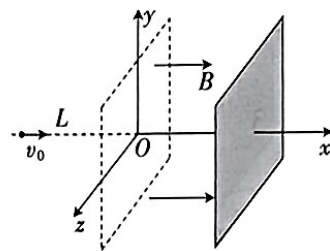
(2) 已知光在真空中的传播速度为 c , 求装满液体后容器内最右侧的光线在液体中传播到容器底部所用的时间。

S



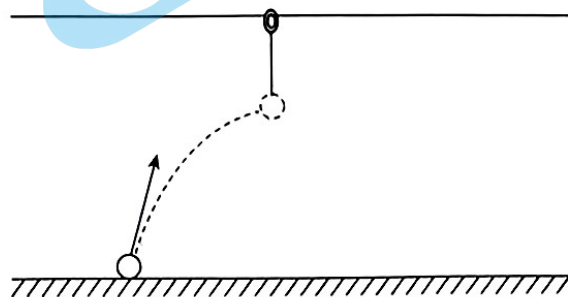
15. (14分) 如图, 在空间直角坐标系中, $x \leq 0$ 的区域存在沿 y 轴负方向的匀强电场(未画出), 在 $x > 0$ 的区域内存在沿 x 轴正方向的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , x 轴正半轴上有一垂直于 x 轴的足够大的光屏。在 $x = -L$ 处, 一带正电粒子以大小为 v_0 的初速度沿着 x 轴正方向出发, 粒子经过 yOz 平面时的坐标为 $(0, -L, 0)$ 。已知粒子的质量为 m , 带电荷量为 q , 光屏与 x 轴交点的横坐标为 $\frac{3\pi mv_0}{2qB}$, 不计粒子的重力。求:

- (1) 匀强电场的电场强度大小;
- (2) 粒子经过 yOz 平面时, 沿 y 轴方向的速度大小;
- (3) 粒子击中光屏时的位置坐标。



16. (16分) 某闯关游戏可简化为图示模型, 质量为 m 的滑环套在光滑水平杆上, 滑环可沿着水平杆左右滑动, 滑环系有长为 L 的轻绳。开始时滑环静止, 轻绳竖直。某时刻一质量为 $3m$ 的小球在图示竖直面内自地面斜向上被抛出, 上升高度为 H 时其速度大小为 v_0 , 方向恰好水平, 并且此时刚好与轻绳下端接触并连接在一起, 之后小球拉着滑环运动。自滑环开始运动至小球第一次到达最高点的过程, 滑环的位移大小为 s 。不计空气阻力, 小球和滑环都看作质点, 小球始终没有与水平杆接触且与轻绳接触时没有能量损失, 重力加速度为 g 。求:

- (1) 小球自地面抛出时的速度大小;
- (2) 小球运动过程距地面的最大高度;
- (3) 从滑环开始运动到小球第一次达到最高点的的时间。



2024 届新高三秋季入学摸底考试

物理参考答案

1.【答案】B

【解析】根据核反应电荷数和质量数守恒,可得 X 为 ${}^1_0\text{n}$,A 项错误;要使轻核发生聚变反应,必须使它们的距离达到 10^{-15}m 以内,需要克服原子核间巨大的库仑斥力,也就是说原子核要有很大的动能才会撞在一起,这就需要有较高的环境温度,B 项正确,C 项错误;根据质能方程,该反应释放的核能为 $\Delta E = (m_1 + m_2 - m_3 - m_4)c^2$,D 项错误。

2.【答案】D

【解析】根据安培定则,通电直导线产生的磁场在 P 点处磁感应强度方向由北指向南,地磁场在 P 点处的磁感应强度由南指向北,二者等大反向,可得 P 点处的合磁场为零,D 项正确。

3.【答案】C

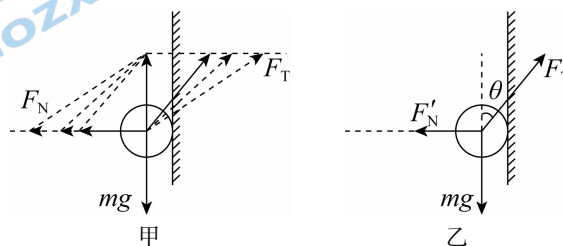
【解析】足球在空中只受重力作用,做匀变速曲线运动,速度大小先减小再增大,A 项错误;在最高点有水平速度,B 项错误;根据动量定理有 $\Delta p = mg\Delta t$,可得任意相等时间内,动量的变化量相同,C 项正确;足球的轨迹为曲线,位移为矢量,任意相等时间内,位移的方向不可能相同,D 项错误。

4.【答案】A

【解析】第 1 种方式变化过程,根据理想气体的状态方程 $\frac{pV}{T} = C$,可知, $p - V$ 图像的坐标值的乘积反映温度,a 状态和 c 状态的坐标值的乘积相等,而 a、c 线段的中点状态的坐标值乘积更大,故 a、c 线段的中点状态温度最高,即气体的温度先升高再降低,A 项正确;第 2 种方式变化过程,气体发生等温变化,分子平均动能保持不变,B 项错误;两种方式变化,气体体积增大,气体对外界做功,做功的数值等于 $p - V$ 图线围成的面积,由题图可知第 1 种方式变化过程,气体对外界做的功比第 2 种方式变化过程要更多,由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$,可知气体都要吸热,且第 1 种方式变化过程,气体吸收的热量比第 2 种方式变化过程要更多,C、D 项错误。

5.【答案】D

【解析】如图甲,对篮球受力分析可得,篮球的重力不变,竖直车厢壁对篮球支持力的方向不变,细绳越短,其与竖直方向的夹角越大,细绳对篮球的拉力和竖直车厢壁对篮球的支持力都增大,由牛顿第三定律可知,篮球对竖直车厢壁的压力也变大,A 项错误,B 项错误;如图乙,汽车向左做加速运动时,竖直方向仍然平衡,有 $F_T \cos \theta = mg$, θ 和篮球的重力均不变,所以细绳对篮球的拉力不变,C 项错误;汽车静止时水平方向平衡,有 $F_N = F_T \sin \theta$,汽车向左做加速运动时,有 $F'_N - F_T \sin \theta = ma$,由此得竖直车厢壁对篮球的支持力增大,由牛顿第三定律可知,篮球对竖直车厢壁的压力也变大,D 项正确。



6.【答案】A

【解析】设变压器原线圈输入电压为 U_1 , 原线圈匝数为 n_1 , 工作电机所接副线圈匝数为 n_2 。 U_1 、 n_1 均不变, 滑片 P 下滑, n_2 增大, 由 $\frac{U_1}{n_1} = \frac{U_2}{n_2}$ 得, 工作电机 M 两端的电压 U_2 增大, A 项正确; 工作电机 M 的功率变大, B 项错误; 由能量守恒定律可知, 原线圈的输入功率 P_1 也增大, 由 $P_1 = U_1 I_1$ 得, 原线圈中的电流 I_1 增大, C 、 D 项错误。

7.【答案】C

【解析】对充气过程有 $1.000 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.23 \text{ L} \times n + 1.100 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5 \text{ L} = 1.300 \times 10^5 \text{ Pa} \times 5 \text{ L}$, 解得 $n \approx 4.35$, 所以要使排球球内气体的压强不低于球内标准气压, 至少充气的次数为 5 次, C 项正确。

8.【答案】AB

【解析】卫星在 Q 点自轨道 1 变轨至轨道 2 为圆周运动变为离心运动, 需要加速, A 项正确; 根据开普勒第三定律可得, 卫星在轨道 1、3 上运行的周期满足 $\frac{T_1^2}{T_3^2} = \frac{r_1^3}{r_3^3}$, $r_1 < r_3$, $T_1 < T_3 = 24 \text{ h}$, B 项正确; $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 得, 卫星做圆周运动时的动能为 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{2r}$, 又因为轨道 1 的半径小于轨道 3 的半径, 所以卫星在轨道 1 上运行时的动能大于在轨道 3 上运行时的动能, C 项错误; 卫星在轨道 1 上速度大小为 7.9 km/s , 在轨道 3 上的速度小于 7.9 km/s , D 项错误。

9.【答案】BC

【解析】根据右手定则可得, R_1 中的电流方向为由 b 指向 a , A 项错误; 导体棒接入电路产生的电动势为 $E_1 = BL \frac{0 + \omega L}{2} = \frac{1}{2}BL^2\omega$, 回路的总电阻为 $R_{\text{总}} = R_0 + R_0 = 2R_0$, 回路中的总电流为 $I = \frac{E_1}{R_{\text{总}}} = \frac{BL^2\omega}{4R_0}$, 电阻 R_1 两端的电压为 $U_1 = IR_0 = \frac{BL^2\omega}{4}$, B 项正确; 电阻 R_1 产生的焦耳热为 $Q = I^2 R_0 t = I^2 R_0 \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi B^2 L^4 \omega}{8R_0}$, C 项正确; 通过电阻 R_1 的电流大小和方向均不变, D 项错误。

10.【答案】BCD

【解析】滑草爱好者由静止开始到匀速滑行的过程中, 根据牛顿第二定律有 $mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma$, 可得滑草爱好者的加速度随位移增大而减小, A 项错误; 当 $a = 0$ 时, 解得 $x = 60 \text{ m}$, B 项正确; 摩擦阻力 $F_f = \mu mg \cos 37^\circ = 7x$, 克服摩擦阻力做功 $W_{F_f} = \frac{F_{f1} + F_{f2}}{2} x = 12600 \text{ J}$, C 项正确; 此过程根据动能定理有 $W_G - W_{F_f} = E_k$, 解得 $E_k = 12600 \text{ J}$, D 项正确。

11.【答案】CD

【解析】由等量异种电荷形成电场的电场线和等势面分布可知, B 、 B' 、 D' 、 D 四点的电场强度方向相同, 四点处于同一等势面, 电势相等, A 、 B 项错误; 空间中 A' 、 C' 、 B 三点恰好组成等边三角形, 在 B 点, 两分电场强度的大小均为 $\frac{kQ}{(\sqrt{2}a)^2}$, 夹角为 120° , 由平行四边形定则可得, B 点的合电场强度大小为 $\frac{kQ}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{kQ}{2a^2}$, C 项正确; 自 A 点沿直线至 B 点电势一直降低, 正电荷 q 的电势能一直减小, 因此, 电场力一直做正功, D 项正确。

12. 【答案】(1)乙(2分) (2)AB(2分,选对一项得1分,有选错得0分) (3) $\frac{\sqrt{abl}}{b}$ (2分)

【解析】(1)图乙所示实验装置可以避免小球摆动的同时发生转动,能够保证小球在确定的竖直面内摆动。

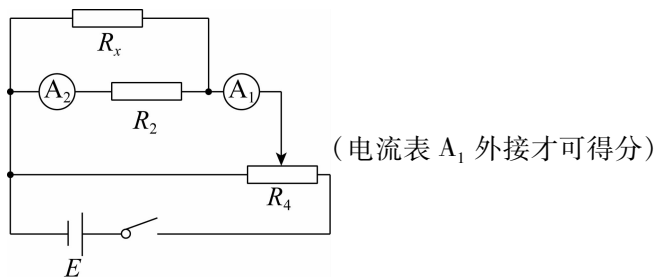
(2)该实验探究单摆做简谐运动的周期和小球的质量、单摆摆长三个物理量之间的关系,用控制变量法,A项正确;为减小空气阻力的影响,实验所用小球的质量要尽量大,体积要尽量小,B项正确;为保证单摆做简谐运动,实验时细线的最大摆角应小于 5° ,C项错误;测量小球的摆动周期时,从小球处于最低点开始计时误差较小,D项错误。

(3)由图丙可得 $T^2 = \frac{a}{b}l$,整理得 $T = \frac{\sqrt{abl}}{b}$ 。

13. 【答案】(1)8.000(7.998~8.002均可,2分) (2)① A_2 (2分) R_2 (2分) ②见解析图(2分) (4) 5.0×10^{-4} ($4.9 \sim 5.1 \times 10^{-4}$ 均可,2分)

【解析】(1)由题图甲可知,螺旋测微器的读数为8.000 mm。

(2)①电流表 A_2 阻值已知,可用来改装。电流表 A_2 和定值电阻改装的电压表的最大量程为 $U = 300 \text{ mA} \times (1 \Omega + R)$,定值电阻 R 选用 R_2 时,改装后的量程为 $0 \sim 7.5 \text{ V}$,略小于电源电动势,若选用 R_1 或 R_3 ,改装后的量程会比电源电动势小很多或大很多,实验时不安全或不精确。②如图所示的连接方式可准确测量 R_x 两端的电压和通过 R_x 的电流。



(4)由题意可知, $I_2(R_2 + R_{A_2}) = (I_1 - I_2)R_x$, 又 $R_x = \frac{\rho l}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}$, 解得 $\rho \approx 5.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{m}$ 。

14. 解:(1)对恰好经过容器右上角的光,由几何知识可得

入射角为 45° (1分)

折射角为 30° (1分)

则该液体对光的折射率

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \text{ (2分)}$$

解得 $n = \sqrt{2}$ (1分)

(2)光在该液体内的传播速度

$$v = \frac{c}{n} \text{ (2分)}$$

对容器中最右侧的光有

$$\frac{L}{\cos 30^\circ} = vt \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } t = \frac{2\sqrt{6}L}{3c} \quad (1 \text{ 分})$$

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。

15. 解:(1)粒子在 x 轴负半轴的运动过程中,平行于 x 轴方向有

$$L = v_0 t_1 \quad (1 \text{ 分})$$

平行于 y 轴方向有

$$L = \frac{1}{2} a t_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } qE = ma \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得,匀强电场的电场强度大小

$$E = \frac{2mv_0^2}{qL} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)粒子在匀强电场中的运动过程中,平行于 y 轴方向有

$$\frac{v_y + 0}{2} t_1 = L \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } v_y = 2v_0 \quad (2 \text{ 分})$$

(3)在匀强磁场中,粒子的运动可以分解为沿 x 轴方向的匀速直线运动和垂直于 x 轴平面内的匀速圆周运动,由洛伦兹力提供向心力得

$$qv_y B = \frac{mv_y^2}{r} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{粒子做圆周运动的周期 } T = \frac{2\pi r}{v_y} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } T = \frac{2\pi m}{qB}, r = \frac{2mv_0}{qB} \quad (1 \text{ 分})$$

由题意可知,粒子在匀强磁场中垂直于 x 轴方向运动 $\frac{3}{4}$ 个周期,则

$$\text{粒子击中光屏时的 } y \text{ 坐标 } y = -L + r \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{粒子击中光屏时的 } z \text{ 坐标 } z = r \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得粒子击中光屏时的坐标为 } \left(\frac{3\pi mv_0}{2qB}, -L + \frac{2mv_0}{qB}, \frac{2mv_0}{qB} \right) \quad (1 \text{ 分})$$

说明:只有结果,没有公式或文字说明的不给分,其他正确解法亦可得分。

16. 解:(1)小球斜抛过程,有

$$0 - v_y^2 = -2gH \quad (1 \text{ 分})$$

$$v^2 = v_0^2 + v_y^2 \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得小球自地面抛出时的速度大小

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gH} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 自滑环开始运动至小球到达最高点, 在水平方向动量守恒, 有

$$(3m + m)v' = 3mv_0 \quad (2 \text{ 分})$$

由机械能守恒得

$$3mgh = \frac{1}{2} \times 3mv_0^2 - \frac{1}{2} \times (3m + m)v'^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } h = \frac{v_0^2}{8g}$$

则小球运动过程距地面的最大高度

$$H' = H + h \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } H' = H + \frac{v_0^2}{8g} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 自滑环开始运动至小球第一次到达最高点, 在水平方向任一时刻的总动量等于初状态的总动量, 即

$$3mv'_1 + mv'_2 = 3mv_0 \quad (1 \text{ 分})$$

将该过程看作由很多微小时间间隔 t_1, t_2, t_3, \dots 组成, 由上式得

$$3mv'_1 t_1 + mv'_2 t_1 = 3mv_0 t_1$$

$$3mv''_1 t_2 + mv''_2 t_2 = 3mv_0 t_2$$

$$3mv'''_1 t_3 + mv'''_2 t_3 = 3mv_0 t_3$$

……

由上述各式相加得

$$3m(v'_1 t_1 + v''_1 t_2 + v'''_1 t_3 + \dots) + m(v'_2 t_1 + v''_2 t_2 + v'''_2 t_3 + \dots) = 3mv_0(t_1 + t_2 + t_3 + \dots) \quad (1 \text{ 分})$$

该过程小球水平方向的位移为

$$v'_1 t_1 + v''_1 t_2 + v'''_1 t_3 + \dots = s + \sqrt{L^2 - (L - h)^2} \quad (1 \text{ 分})$$

该过程滑环水平方向的位移为

$$v'_2 t_1 + v''_2 t_2 + v'''_2 t_3 + \dots = s \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得, 自滑环开始运动至小球第一次到达最高点的时间间隔

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots = \frac{4s}{3v_0} + \frac{\sqrt{16gL - v_0^2}}{8g} \quad (2 \text{ 分})$$

说明: 只有结果, 没有公式或文字说明的不给分, 其他正确解法亦可得分。