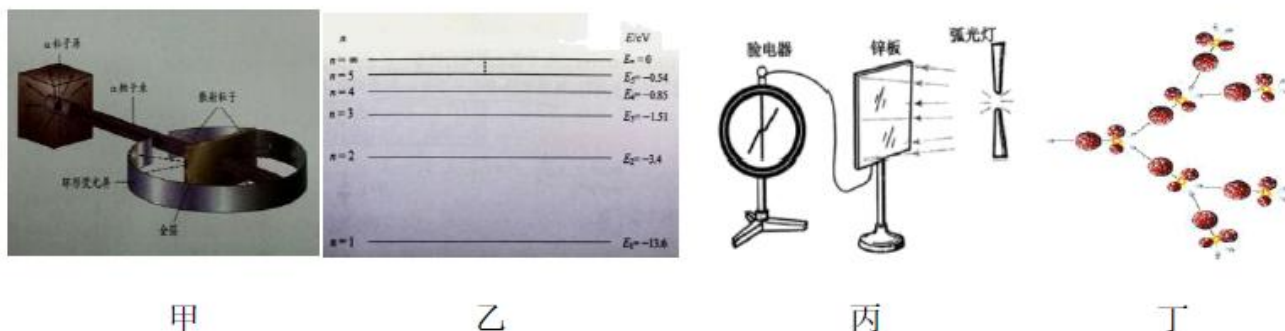


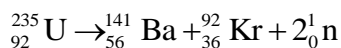
3.22 停课不停学阶段性检测物理试题

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~18 题只有一项符合题目要求，第 19~21 题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。

14. 与下列图片相关的物理知识说法正确的是 ()



- A. 甲图，汤姆生通过 α 粒子散射实验，提出了原子核的概念，建立了原子核式结构模型
 B. 乙图，氢原子的能级结构图，一个处于 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，能辐射 6 种不同频率的光子
 C. 丙图，“光电效应”实验揭示了光的粒子性，爱因斯坦为此提出了光子说，建立了光电效应方程
 D. 丁图，重核裂变产生的中子能使核裂变反应连续的进行，称为链式反应，其中一种核裂变反应方程为



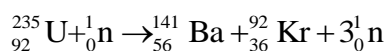
14【答案】C【解析】A. 甲图为卢瑟福通过 α 粒子散射实验，提出了原子的概念，建立了原子的核式结构模型，故 A 错误；

B. 乙图中，大量处于 $n=4$ 能级的原子向低能级跃迁时，能辐射的光子种类为 $C_4^2 = \frac{4 \times 3}{2} = 6$

即共辐射出 6 种不同频率的光子，一个处于 $n=4$ 能级的原子向低能级跃迁时，能辐射 1 或 2 或 3 种不同频率的光子故 B 错误；

C. 丙图的“光电效应”实验揭示了光的粒子性，爱因斯坦为此提出了光子说，建立了光电效应方程，故 C 正确；

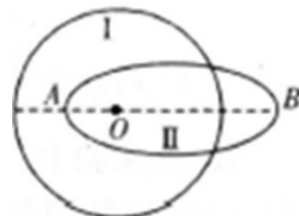
D. 重核裂变称为链式反应是因为生成的多个中子继续作为反应物又轰击铀核，反应方程为



故 D 错误。故选 C。

15. 如图所示，曲线 I 是一颗绕地球做圆周运动的卫星轨道的示意图，其半径为 R ，曲线 II 是一颗绕地球做椭圆运动的卫星轨道的示意图，O 点为地球球心，AB 为椭圆的长轴，两轨道和地心都在同一平面内，已知在两轨道上运动的卫星的周期相等，万有引力常量为 G ，地球质量为 M ，下列说法错误的是 ()

- A. 椭圆轨道的半长轴长度为 R
 B. 卫星在 I 轨道的速率为 v_0 ，卫星在 II 轨道 B 点的速率为 v_B ，则 $v_0 > v_B$
 C. 卫星在 I 轨道的加速度大小为 a_0 ，卫星在 II 轨道 A 点加速度大小为 a_A ，则 $a_0 < a_A$
 D. 若 $OA = 0.5R$ ，则卫星在 B 点的速率 $v_B > \sqrt{\frac{2GM}{3R}}$



15【答案】D【解析】

【详解】A. 有开普勒第三定律可得： $\frac{T^2}{a^3} = k$ ，因为周期相等，所以半长轴相等，圆轨道可以看成长半轴、短半轴都为 R 椭圆，故 $a = R$ ，即椭圆轨道的半长轴的长度为 R ，故 A 正确。

B.根据万有引力提供向心力可得： $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ ，故 $v=\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，由此可知轨道半径越大，线速度越小；

设卫星以 OB 为半径做圆周运动的速度为 v' ，那么 $v'<v_0$ ；又卫星Ⅱ在 B 点做向心运动，所以有 $v_B<v'$ ，
 综上有 $v_B<v'<v_0$ 。故B正确。

C.卫星运动过程中只受到万有引力的作用，故有： $G\frac{Mm}{r^2}=ma$ ，所以加速度为 $a=G\frac{M}{r^2}$ ，又有 $OA<R$ ，
 所以 $a_0<a_A$ 。故C正确。

D.若 $OA=0.5R$ ，则 $OB=1.5R$ ，那么 $v'=\sqrt{\frac{2GM}{3R}}$ ，所以 $v_B<\sqrt{\frac{2GM}{3R}}$ 。故D错误。选D

16. 水刀切割具有精度高、无热变形、无毛刺、无需二次加工以及节约材料等特点，得到广泛应用。某水刀切割机床如图所示，若横截面直径为 d 的水流以速度 v 垂直射到要切割的钢板上，碰到钢板后水的速度减为零，已知水的密度为 ρ ，则钢板受到水的冲力大小为()

A. $\pi\rho d^2v$

B. $\pi\rho d^2v^2$

C. $\frac{1}{4}\pi\rho d^2v^2$

D. $\frac{1}{4}\pi\rho d^2v$



16.C【答案】C

【解析】设 t 时间内有 V 体积的水打在钢板上，则这些水的质量为： $m=\rho V=\rho Svt=\frac{1}{4}\pi d^2\rho vt$

以这部分水为研究对象，它受到钢板的作用力为 F ，以水运动的方向为正方向，由动量定理有： $Ft=0-mv$

解得： $F=-\frac{mv}{t}=-\frac{1}{4}\pi d^2\rho v^2$

A. $\pi\rho d^2v$ 与分析不符，故A错误。

B. $\pi\rho d^2v^2$ 与分析不符，故B错误。

C. $\frac{1}{4}\pi\rho d^2v^2$ 与分析不符，故C正确。

D. $\frac{1}{4}\pi\rho d^2v$ 与分析相符，故D错误。

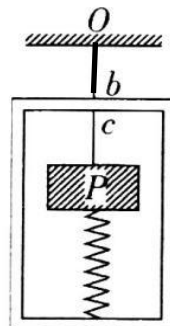
17. 如图所示，木箱通过轻绳Ob悬挂在天花板下，木箱内有一竖直轻弹簧，弹簧上方有一物块P，竖直轻绳Pc上端与木箱相连，下端与物块P相连，系统处于静止状态。已知木箱和物块P的质量均为 m ，重力加速度大小为 g ，弹簧表现为拉力且拉力大小为 $\frac{1}{4}mg$ 。现将Ob绳剪断，下列说法正确的是()

A. 剪断Ob绳前，Pc绳的拉力大小为 mg

B. 剪断Ob绳的瞬间，弹簧的弹力为零

C. 剪断Ob绳的瞬间，Pc绳的拉力大小为 $\frac{1}{4}mg$

D. 剪断Ob绳的瞬间，物块P的加速度大小为 $\frac{1}{4}g$



17.【答案C】【解析】A. 剪断Ob绳前，取物块为研究对象，由平衡关系可得：

$$F_T = F_{\text{弹}} + mg = \frac{1}{4}mg + mg = \frac{5}{4}mg$$

Pc绳的拉力大小为 $\frac{5}{4}mg$ ，故A错误；

B. 剪断Ob绳的瞬间，弹簧的弹力仍为 $\frac{1}{4}mg$ ，故B错误；

C. 剪断 Ob 绳的瞬间, 假设轻绳 Pc 拉力瞬间变力零, 木箱的加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律可知

$$a_1 = \frac{mg - F_{\text{弹}}}{m} = \frac{mg - \frac{1}{4}mg}{m} = \frac{3}{4}g$$

方向竖直向下。

设物块 P 的加速度大小为 a_2 , 由牛顿第二定律可得 $a_2 = \frac{mg + F_{\text{弹}}}{m} = \frac{mg + \frac{1}{4}mg}{m} = \frac{5}{4}g$

方向竖直向下。

$a_1 \neq a_2$, 说明轻绳 Pc 拉力不为零, 绷紧状态, 故木箱和物块 P 具有共同加速度, 对整体, 由牛顿第二定律得: $2mg = 2ma$

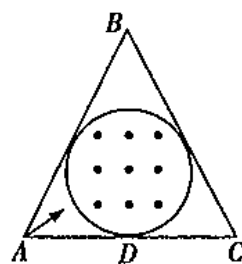
得: $a = g$

方向竖直向下, 物块 P 的加速度大小为 g , D 错误。对物块 P : $F_T = F_{\text{弹}} = \frac{1}{4}mg$
故 C 正确。

18. 如图, 正三角形的三条边都与圆相切, 在圆形区域内有垂直纸面向外的匀强磁场, 质子 $P(^1H)$ 和氦核 $Q(^4He)$, 都从顶点 A 沿 $\angle BAC$ 的角平分线方向射入磁场, 质子 $P(^1H)$ 从 C 点离开磁场, 核 $Q(^4He)$ 从相切点 D 离开磁场, 不计粒子重力, 则质子和氦核的入射速度大小之比为()

A. 6:1 B. 3:1 C. 2:1 D. 3:2

18【答案】A



【解析】设三角形的边长为 L , 根据几何关系可以得到磁场圆的半径为 $R = \frac{\sqrt{3}}{6}L$, 质子进入磁场时的运动轨迹如图所示

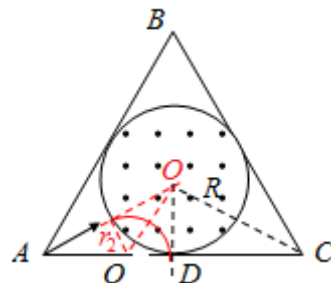
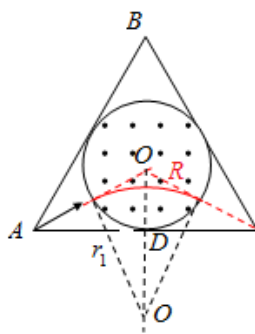
由几何关系可求得 $r_1 = R \tan 60^\circ = \frac{1}{2}L$

氦核进入磁场时的运动轨迹如图所示,

由几何关系可得: $r_2 = R \tan 30^\circ = \frac{1}{6}L$

粒子在磁场中时洛伦兹力提供的向心力即

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$



结合两个粒子的轨迹半径可求得质子和氦核的入射速度大小之比为 6:1, 故 A 正确, BCD 错误。

19. 两个点电荷分别固定于 x 轴上, 电量大小分别为 Q 和 $2Q$, 在它们形成的电场中, 有一个试探电荷 $+q$ 沿 x 轴从 $+\infty$ 向坐标原点 O 运动, 其电势能 E_p 随 x 变化的关系如图所示, 图中 x_0 已知, 且该处电势能最小, 当 $x \rightarrow +\infty$ 时, 电势能 $E_p \rightarrow 0$; 当 $x \rightarrow 0$ 时, 电势能 $E_p \rightarrow +\infty$ 。根据图象提供的信息可以确定 ()

A. 在 x_0 处电场力最大

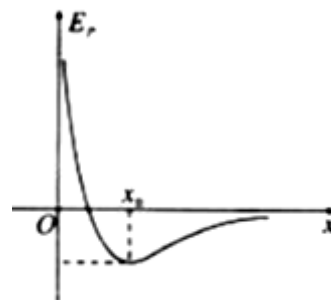
B. 在 x 轴上 $x > x_0$ 的区域电场方向向左

C. 两个点电荷的电性为 $-Q, +2Q$

D. $2Q$ 在 x 轴上的坐标为 $-(\sqrt{2}-1)x_0$

19【答案】BD

【解析】A. 图线 E_p-x 的斜率表示试探电荷所受的电场力大小, 因为电场力 $F=qE$, 所以也可以用斜率表示电场强度的大小, 在 x_0 处, 图线的斜率为



零，即该点的电场强度为零，电场力为零故 A 错误；

B. 在 x 轴上 $x > x_0$ 的区域，随 x 增大电势是逐渐升高的，电场强度的方向指向电势降低的方向，所以该区域电场方向应该是水平向左，故 B 正确；

C. 当 $x \rightarrow 0$ 时，电势能 $E_p \rightarrow +\infty$ ，而在 $x > x_0$ 的区域内电势为负值，所以正电荷固定在坐标原点 O 处，负电荷应该在 x 轴的负轴上，且电荷量应该是 $2Q$ ，故 C 错误；

D. x_0 处 场强为零，正电荷 Q 在坐标原点，设负电荷 $2Q$ 距离原点为 x ，则

$$\frac{kQ}{x_0^2} = \frac{2kQ}{(x+x_0)^2}$$

解得

$$x = (\sqrt{2}-1)x_0$$

所以 $2Q$ 在 x 轴上的坐标为 $-(\sqrt{2}-1)x_0$ ，故 D 正确。

故选 BD。

20. 如图所示，质量为 $3m$ 的容器静止在光滑水平面上，该容器的内壁是半径为 R 的光滑半球面，在容器内壁的最高点由静止释放一质量为 m 的小滑块 P，重力加速度为 g 。下列说法正确的是（ ）

A. P 滑到最低点时，容器的动能为 $\frac{mgR}{12}$

B. P 从开始到最低点过程中机械能减少了 $\frac{mgR}{4}$

C. P 从开始到最低点过程中，容器的位移大小为 $\frac{R}{4}$

D. P 经过最低点后沿内壁继续上滑的最大高度小于 R



20【答案】BC

【解析】AB. 设小滑块到达最低点的速度为 v_1 ，容器的速度为 v_2 ，系统水平方向动量守恒，则

$$mv_1 = 3mv_2$$

此过程中系统机械能守恒，则 $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 = mgR$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{\frac{3}{2}gR}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{1}{6}gR}$$

容器具有的动能为 $E_k = \frac{1}{2} \cdot 3mv_2^2 = \frac{1}{4}mgR$

此过程中滑块机械能的减少量为 $\Delta E = mgR - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{4}mgR$

故 A 错误，B 正确；

C. 根据动量守恒定理可知容器在水平方向的速度总是为小滑块的 $\frac{1}{3}$ ，所以滑块在水平方向位移是容器的

3 倍，当滑块到达容器底端时，两者在水平方向的相对位移为 R ，则 $x_1 + x_2 = R$

则容器的位移为 $x_2 = \frac{1}{4}R$

故 C 正确；

D. 当滑块 P 经过最低点后沿内壁继续上滑到最大高度时，两者有共同的速度，设此时最大高度为 H ，则

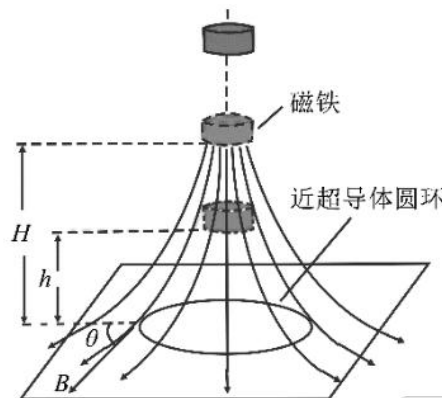
由水平方向动量守恒与系统机械能守恒 $0 = (m + 3m)v_{\text{共}}$

$$mg(R - H) = \frac{1}{2}(m + 3m)v_{\text{共}}^2$$

解得 $H = R$

故 D 错误。故选 BC。

21. 如图所示，在水平桌面上放置一周长为 L ，质量为 m 近超导体（导体仍有微小电阻）圆环，圆环的横截面面积为 S ，电阻率为 ρ 。一磁铁在外力作用下，从圆环正上方下移至离桌面高 H 处撤去外力，磁铁恰好受力平衡，此时圆环中的感应电流大小为 I ，其所在处磁场的磁感应强度大小为 B ，方向与水平方向成 θ 角，经过一段时间后，磁铁会缓慢下移至离桌面高为 h 的位置，在此下移过程圆环中的感应电流可认为保持不变，设重力加速度 g ，则（ ）



A. 超导圆环的电流方向从上往下看为顺时针方向

B. 磁铁在 H 处受力平衡时，桌面对超导圆环的支持力为

$$mg + BIL \cos \theta$$

C. 磁铁下移过程，近超导圆环产生热量为 $BIL(H - h) \cos \theta$

D. 磁铁下移过程，通过近超导圆环的电荷量为 $\frac{BS \cos \theta (H - h)}{\rho}$

21【答案】BCD

【解析】从上往下看，逆时针电流。故 A 错误；圆环所受到的安培力 $F = BIL$ ，其竖直方向的分量 $F_1 = F \cos \theta = BIL \cos \theta$ ，以圆环为研究对象，由平衡条件，得 $N = mg + BIL \cos \theta$ ，故 B 正确；设永磁体的质量为 M ，以永磁铁为研究对象，由平衡条件可知 $Mg = BIL \cos \theta$ ；由能量守恒，永磁铁减少的重力势能等于圆环中产生的焦耳热。 $Q = Mg(H - h) = BIL \cos \theta \cdot (H - h)$ ，故 C 正确；由焦耳定律 $Q = I^2 R \cdot \Delta t$ 解得

$$\Delta t = \frac{BS \cos \theta (H - h)}{I \rho}$$

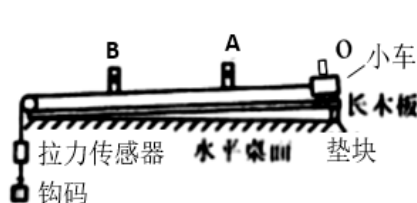
，因下移过程圆环中的电流可认为保持不变，所以通过超导圆环的电荷量

$$q = I \Delta t = \frac{BS \cos \theta (H - h)}{\rho}$$

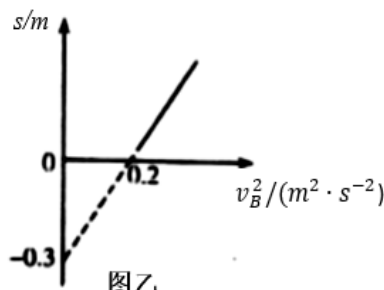
，故 D 正确；

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 22~32 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题，考生根据要求作答。

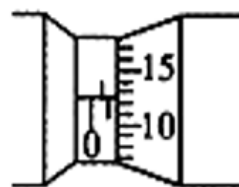
22（6 分）. 某学习小组用图甲所示的实验装置探究动能定理。A、B 处分别为光电门，可测得小车遮光片通过 A、B 处所用的时间；用小车遮光片通过光电门的平均速度表示小车通过 A、B 点时的速度，钩码上端为拉力传感器，可读出细线上的拉力 F 。



图甲



图乙



图丙

(1) 用螺旋测微器测量小车上安装的遮光片宽度如图丙所示，则宽度 $d =$ _____ mm，适当垫高木板 O 端，使小车不挂钩码时能在长木板上匀速运动。挂上钩码，从 O 点由静止释放小车进行实验；

(2) 保持拉力 $F = 0.2 \text{ N}$ 不变，仅改变光电门 B 的位置，测出 B 到 A 的距离 s ，记录多次的 s 和 t_B 数据，画出 $s - v_B^2$ 图像如图乙所示。根据图像可求得小车的质量 $m =$ _____ kg；

(3)该实验中不必要的实验要求有_____

- A. 钩码和拉力传感器的质量远小于小车的质量
- B. 画出 $s-v_B^2$ 图像需多测几组 s 、 t_B 的数据
- C. 测量长木板垫起的高度和木板长度
- D. 选用宽度适当小一些的遮光片

22 (6 分) 【答案】 (1). 1.124-1.1262 分 (2). 0.6 2 分 (3). AC 2 分

【解析】(1)[1]. 根据螺旋测微器的读数规则可知, 固定刻度为 1mm, 可动刻度为 $12.5 \times 0.01\text{mm} = 0.125\text{mm}$, 则遮光片宽度: $d = 1\text{mm} + 0.125\text{mm} = 1.125\text{mm}$ 。

(2)[2]. 小车做匀加速直线运动, 通过光电门的时间为 t_B , 利用平均速度等于中间时刻的瞬时速度可知, 小

$$\text{车通过光电门 } B \text{ 的速度 } v_B = \frac{d}{t_B}$$

设通过光电门 A 的速度为 v_A , 根据动能定理可知 $Fs = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

$$\text{解得 } s = \frac{m}{2F} \cdot v_B^2 - \frac{mv_A^2}{2F}$$

$$\text{对照图象可知, 斜率 } \frac{m}{2F} = \frac{0.3}{0.2}$$

解得小车的质量 $m = 0.6\text{kg}$

(3)[3]. A. 小车受到的拉力可以通过拉力传感器得到, 不需要钩码和拉力传感器的质量远小于小车的质量, 故 A 错误;

B. 为了减少实验误差, 画出 $s-v_B^2$ 图象需多测几组 s 、 t_B 的数据, 故 B 正确;

C. 实验前, 需要平衡摩擦力, 不需要测量长木板垫起的高度和木板长度, 故 C 错误;

D. 选用宽度小一些的遮光片, 可以减少实验误差, 使小车经过光电门时速度的测量值更接近真实值, 故 D 正确。本题选不必要的, 即错误的, 故选 AC。

23 (9 分) .某物理兴趣小组的同学现在要测定由两节新干电池组成电池组的电动势和内阻的大小, 该同学根据实验室提供的实验器材设计了如图 1 所示的原理图, 其中定值电阻 $R_1 = 1.0 \Omega$ 、 $R_0 = 2.0 \Omega$, 毫安表的量程范围为 $0 \sim 150 \text{ mA}$ 、内阻大小为 $r_{mA} = 4 \Omega$. 试完成下列问题:

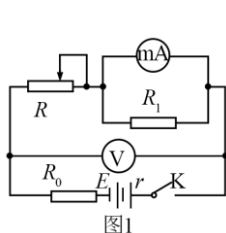


图1

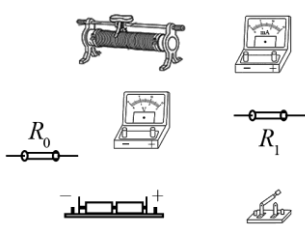


图2

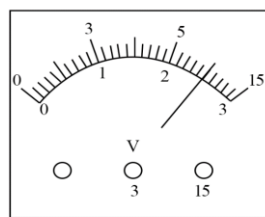


图3

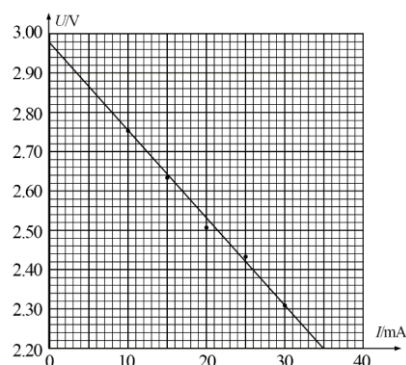


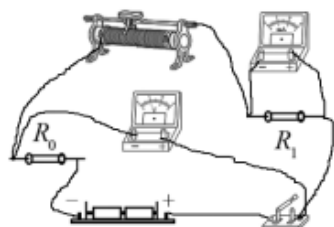
图4

(1) 请根据原理图将图 2 所示的实物图连接好;

(2) 实验中电压表所选的量程为 $0 \sim 3 \text{ V}$, 某次测量中电压表的读数如图 3 所示, 则此次实验中电压表的读数为 $U = \underline{\quad 2.5 \quad} \text{ V}$;

(3) 他们已经将实验中所测得的实验数据描点, 并作出了 $U-I$ 图象, 如图 4 所示. 则电池组的电动势为 $E = \underline{\quad 2.9 \quad} \text{ V}$, 内阻为 $r = \underline{\quad 0.4 \quad} \Omega$. (保留 3 位有效数字)

23 (分 9) 【答案】(1).



3 分 (2). 2.50 2 分 (3). 2.97~2.98 2 分

(4). 2.40~2.46 2 分

【解析】(1) 根据图 1 所示电路图连接实物电路图，实物电路图所示：

(2) 电压表量程为 3V，由图示表盘可知，其分度值为 0.1V，示数为 2.50V；

(3) 由题意可知，电流表内阻为 R_1 的 4 倍，则流过 R_1 的电流为电流表所示的 4 倍；由图示电源 $U-I$ 图象可知，电源电动势： $E=2.97V$ ；电源内阻 $r = \frac{\Delta U}{\Delta I} - R_0 = \frac{2.97 - 2.20}{35 \times 10^{-3} \times 5} - 2.0\Omega = 2.40\Omega$.

24 (14 分) . 长传突破是足球运动中运用远距离空中过顶传球突破对方防线的战术方法. 如图所示的模拟训练场, 防守队员甲在本方球门前某位置 M 拦截得球, 将球停在地面上, 利用对方压上进攻后不及回防的时机, 瞬间给予球一个速度 v , 使球斜飞入空中, 最后落在对方禁区附近地面上 P 点处. 在队员甲踢球的同时, 前方的同伴队员乙由球场中的 N 点向 P 点做直线运动, 队员乙在 N 点的初速度 $v_1=2 \text{ m/s}$, 队员乙在 NP 间先匀加速运动, 加速度 $a=4 \text{ m/s}^2$, 速度达到 $v_2=8 \text{ m/s}$ 后匀速运动. 经过一段时间后, 队员乙恰好在球落在 P 点时与球相遇, 已知 MP 的长度 $s=60 \text{ m}$, NP 的长度 $L=11.5 \text{ m}$, 将球员和球视为质点, 忽略球在空中运动时的空气阻力, 重力加速度取 $g=10 \text{ m/s}^2$.

(1)求足球在空中的运动时间;

(2)求队员甲在 M 点给予足球的速度 v .

24 【答案】 (1)2 s (2) $10\sqrt{10} \text{ m/s}$

【解析】 (1)足球在空中的运动时间与队员乙的直线运动时间相同

$$v_2 = v_1 + at_1 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得到: } t_1 = 1.5 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2aL_1, \quad L - L_1 = v_2 t_2 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{得到: } t_2 = 0.5 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{足球在空中的运动时间 } t = t_1 + t_2 = 2 \text{ s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$(2)\text{足球在空中做抛体运动, 水平方向有 } v_0 = \frac{s}{t} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得到: } v_0 = 30 \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

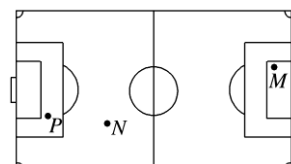
$$\text{竖直方向有: } v_y = g \frac{t}{2} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得到: } v_y = 10 \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{则有: } v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得到: } v = 10\sqrt{10} \text{ m/s.} \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{方向与 } MP \text{ 连线成 } \theta \text{ 角斜向上方, } \tan\theta = 1/3 \quad \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

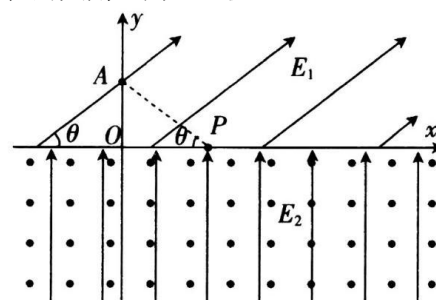


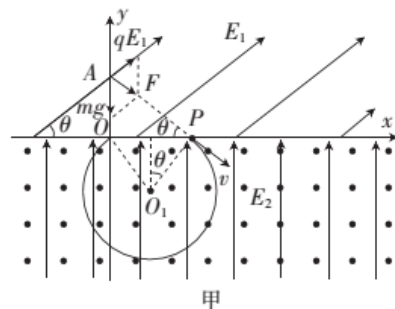
25. (18 分)如图所示, 在竖直平面内的 xOy 直角坐标系中, 以足够长的 x 轴为水平边界的上方充满方向与 x 轴的夹角 $\theta=37^\circ$ 斜向上、电场强度大小为 E_1 (未知)的匀强电场; x 轴下方充满正交的匀强电场和匀强磁场, 电场的电场强度大小为 E_2 (未知)、方向竖直向上, 磁场方向水平向外。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电小球(视为质点)从 y 轴上到原点 O 距离为 L 的 A 点由静止释放, 释放后小球沿 AP 方向做直线运动, 从 P 点进入第IV象限后做匀速圆周运动且恰好经过原点 O 。已知 AP 与 x 轴的夹角也为 θ , 取 $\sin 37^\circ \approx 0.6$, $\cos 37^\circ \approx 0.8$, 空气阻力不计, 重力加速度大小为 g 。

(1)求小球经过 P 点时的速度大小 v ;

(2)求 $\frac{E_1}{E_2}$ 以及磁场的磁感应强度大小 B ;

(3)若小球从 P 点进入第IV象限后, 立即改变 x 轴上方的匀强电场, 使得小球通过原点 O 时所受合力与小球速度方向垂直, 求改变后的匀强电场的电场强度最小时电场强度的方向和电场强度的最小值 E_{\min} 以及改变电场后小球第一次经过坐标轴上的位置到 P 点的距离 s 。



$$\frac{mg}{\sin 2\theta} = \frac{F}{\sin(90^\circ - \theta)} \quad (2 \text{ 分})$$


小球从 A 点运动到 P 点的过程中，根据动能定理有：

$$F \cdot \frac{L}{\sin \theta} = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2 \text{ 分})$$

解得： $v = \frac{5}{3}\sqrt{gL}$ 。(1分)

(2) 根据正弦定理有: $\frac{mg}{\sin 2\theta} = \frac{qE_1}{\sin(90^\circ - \theta)}$ (1 分)

由于小球从 P 点进入第 IV 象限后做匀速圆周运动，有： $qE_2 = mg$ (1 分)

解得: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{5}{6}$ (1分)

由几何关系可得，小球在 x 轴下方做匀速圆周运动的半径为： $r = \frac{\frac{L}{\sin \theta}}{2} = \frac{10}{9}L$ （1分）

洛伦兹力提供小球做圆周运动所需的向心力，有： $qvB = m\frac{v^2}{r}$ (1分)

解得： $B = \frac{3m}{2q} \sqrt{\frac{g}{L}}$ 。(1分)

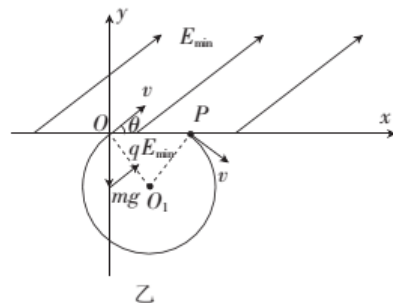
(3) 根据对称性可知, 小球经过原点 O 时的速度方向与 x 轴正方向的夹角也为 θ (斜向上), 如图乙所示, 经分析可知, 要使小球通过原点 O 时所受合力方向与速度方向垂直, 且改变后的匀强电场的电场强度最小, 则此时电场的电场强度方向与 x 轴方向的夹角为 θ , 根据几何关系有:

$$\frac{qE_{\min}}{mg} = \sin \theta \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } E_{\min} = \frac{3mg}{5q} \quad (1 \text{ 分})$$

小球在第 I 象限内做类平抛运动的加速度大小为:

$$a = \frac{mg \cos \theta}{m} = \frac{4}{5}g \quad (1 \text{ 分})$$



经分析可知改变电场后小球第一次经过的坐标轴为 x 轴，设小球从原点 O 到经过 x 轴的时间为 t ，改变电场后小球第一次经过 x 轴上的位置到原点 O 的距离为 x_1 ，沿速度方向小球做匀速直线运动，有：

$$x_1 \cos \theta = vt \quad (1 \text{ 分})$$

垂直速度方向小球做初速度为零的匀加速直线运动，有： $x_i \sin \theta = \frac{1}{2} a t^2$ （1分）

P 点到原点 O 的距离为: $x_2 = \frac{L}{\tan \theta}$ (1 分)

经分析可知: $s = x_1 - x_2$

解得： $s = \frac{497}{96} L$ 。(1分)

三. 选考题(共 15 分)

33. 【物理—选修 3-3】(15 分)

(1)(6分)关于热学规律，以下说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对1个得2分，选对2个得4分，选对3个得6分。每选错1个扣3分，最低得分为0分)

- A. 热量可以自发地从高温物体向低温物体传递，但要从低温物体向高温物体传递，必须有第三者介入
 B. 如果用 Q 表示物体吸收的能量，用 W 表示物体对外界所做的功， ΔU 表示物体内能的增加，那么热力学第一定律可以表达为 $Q = \Delta U + W$
 C. 蒸发的快慢与空气的湿度有关，与气温无关
 D. 摄氏温度是国际单位制中七个基本物理量之一，摄氏温度 t 与热力学温度 T 的关系是 $T = t + 273.15\text{K}$
 E. 在用油膜法估测分子的直径的实验中，主要是解决两个问题：一是获得很小的一滴油酸并测出其体积，二是测量这滴油酸在水面上形成的油膜面积

(2) (9 分). 如图所示，左边圆柱形容器的横截面积为 S ，上端是一个可以在容器内无摩擦滑动的质量为 m 的活塞；右边圆柱形容器上端封闭高为 H ，横截面积为 $\frac{S}{2}$ 。两容器由装有阀门的极细管道相连，容器、活塞和细管都是绝热的。开始时阀门关闭，左边容器中装有理想气体，平衡时活塞到容器底的距离为 H ，右边容器内为真空。现将阀门打开，活塞缓慢下降，直至系统达到新的平衡，此时气体的热力学温度增加到原来热力学温度的 1.3 倍。已知外界大气压强为 p ，求：



- (i) 系统达到新的平衡时活塞到容器底的距离 x ；
 (ii) 此过程中容器内的气体内能的增加量 ΔU 。

33(1) 【答案】ABE

【解析】A. 由热力学第二定律知，热量可以自发地从高温物体向低温物体传递，但要从低温物体向高温物体传递，必须有第三者介入，选项 A 正确；
 B. 热力学第一定律表达为 $Q = \Delta U + W$ ，其中 Q 表示物体吸收的能量，用 W 表示物体对外界所做的功，故 B 正确；
 C. 蒸发的快慢与液体表面积大小、气温高低、液体表面的空气流动速度等有关，故 C 错误；
 D. 热力学温度是国际单位制中七个基本物理量之一，故 D 错误；
 E. 在用油膜法估测分子的直径的实验中，主要是解决两个问题：一是获得很小的一滴油酸并测出其体积，二是测量这滴油酸在水面上形成的油膜面积，故 E 正确。
 故选 ABE。

33(2) 【答案】(i) $\frac{4}{5}H$ (ii) $\Delta U = \frac{1}{5}(mg + p_0S)H$

【解析】(i) 设阀门打开前气体的热力学温度为 T ，由盖-吕萨克定律有：

$$\frac{SH}{T} = \frac{Sx + \frac{S}{2} \cdot H}{1.3T} \dots\dots 3 \text{ 分}$$

解得：

$$x = \frac{4}{5}H \dots\dots 1 \text{ 分}$$

(ii) 设容器内的气体压强为 p ，取活塞为研究对象，有：

$$p_0S + mg = pS \dots\dots 1 \text{ 分}$$

外界对气体所做的功为：

$$W = pS(H - x) \dots\dots 1 \text{ 分}$$

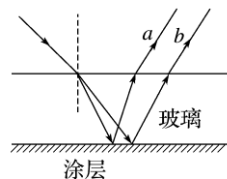
由系统绝热有：

$$Q = 0 \dots\dots 1 \text{ 分}$$

由热力学第一定律有： $\Delta U = W$ ，解得： $\Delta U = \frac{1}{5}(mg + p_0S)H \dots\dots 2 \text{ 分}$

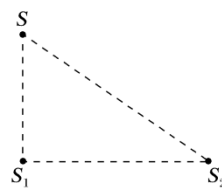
34.【物理——选修3-4】(15分)

(1)(6分)两种不同频率的单色光以相同的入射角从同一点照射到底面有涂层的平行均匀玻璃砖上表面后,经下表面反射从玻璃砖上表面射出后,光线分为 a 、 b 两束,如图所示.下列说法正确的是_____.(填正确答案标号.选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得6分.每选错1个扣3分,最低得分为0分)



- A. a 、 b 一定是平行光线
- B. 用同一装置进行双缝干涉实验, a 光的条纹间距大于 b 光的条纹间距
- C. a 光的频率大于 b 光的频率
- D. 从同种玻璃射入空气发生全反射时, a 光的临界角小
- E. 增大从空气到玻璃的入射角(90° 之内), a 、 b 光可能在玻璃内发生全反射

(2)(9分)在某种介质中,有相距4 m的两个波源 S_1 、 S_2 ,沿垂直纸面方向做简谐振动,其周期分别为 $T_1=0.8$ s和 $T_2=0.4$ s,振幅分别为 $A_1=2$ cm和 $A_2=1$ cm,在该介质中形成的简谐波的波速为 $v=5$ m/s。 S 处有一质点,它到 S_1 的距离为3 m,且 $SS_1 \perp S_1S_2$,在 $t=0$ 时刻,两波源同时开始垂直纸面向外振动,试求:



(i) $t=0$ 时刻振动传到 S 处的时间差;

(ii) $t=10$ s时, S 处质点离开平衡位置的位移大小。

34(1)(6分)答案 (1)ACD

解析 (1)因为 a 、 b 两单色光在上表面的折射角与反射后在上表面的入射角分别相等,根据折射定律可知出射后在上表面的入射角分别相等,所以出射光线一定平行,A正确;根据光路图, a 光的偏折程度较大,则 a 光的折射率较大,频率较大,波长较短,根据双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知 a 光的条纹间距小于 b 光的条纹间距,B错误,C正确;因为 a 光的折射率较大,根据 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知 a 光的临界角较小,D正确;根据折射定律,无论如何改变入射角,在玻璃内都不能发生全反射,E错误。

34(2)答案 (i) 0.4 s (ii) 2 cm

解析 (2)(i)由题意可知,

$$SS_2 = \sqrt{(SS_1)^2 + (S_1S_2)^2} = 5 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

S_1 在 $t=0$ 时的振动传到 S 处质点所需的时间

$$t_1 = \frac{SS_1}{v} = \frac{3}{5} \text{ s} = 0.6 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

S_2 在 $t=0$ 时的振动传到 S 处质点所需的时间

$$t_2 = \frac{SS_2}{v} = \frac{5}{5} \text{ s} = 1 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

那么 S_1 、 S_2 在 $t=0$ 时的振动传到 S 处质点的时间差为

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 0.4 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii)在 $t=10$ s时 S 处质点按 S_1 的振动规律已经振动了

$$\Delta t_1 = t - t_1 = 9.4 \text{ s} = (11 + \frac{3}{4})T_1 \quad (1 \text{ 分})$$

此时 S_1 引起 S 处质点的位移大小为

$$x_1 = A_1 = 2 \text{ cm} \quad (1 \text{ 分})$$

在 $t=10$ s时 S 处质点按 S_2 的振动规律已经振动了

$$\Delta t_2 = t - t_2 = 9 \text{ s} = (22 + \frac{1}{2})T_2 \quad (1 \text{ 分})$$

此时 S_2 引起 S 处质点的位移大小为 $x_2=0$ (1分)

所以 $t=10$ s时 S 处质点离开平衡位置的位移为 S_1 和 S_2 单独传播引起质点位移的矢量和,故

$$x = x_1 + x_2 = 2 \text{ cm} \quad (1 \text{ 分})$$