



# 2022 北京牛栏山一中高三（上）期中

## 物 理

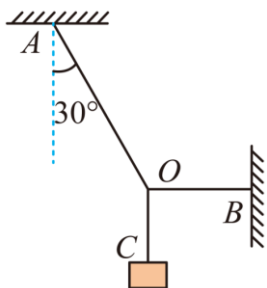
一、单选题（本题共 14 个小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的，每小题 3 分，共 24 分）

1. 由库仑定律可知，真空中两个静止的点电荷，当所带电荷量分别  $q_1$  和  $q_2$ ，其间距为  $r$  时，它们之间静电

力的大小为  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，式中  $k$  为静电力常量。在国际单位制中， $k$  的单位是（ ）

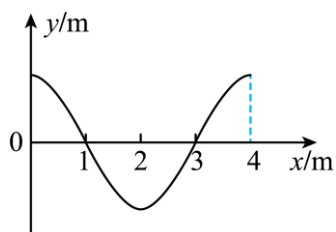
- A.  $N \cdot m^2 / C^2$
- B.  $C^2 / (N \cdot m^2)$
- C.  $N \cdot m^2 / C$
- D.  $N \cdot C^2 / m^2$

2. 如图所示，用三段不可伸长的轻质细绳 OA、OB、OC 共同悬挂一重物使其静止，其中 OA 与竖直方向的夹角为  $30^\circ$ ，OB 沿水平方向，A 端、B 端固定。若重物的质量是  $m$ ，则



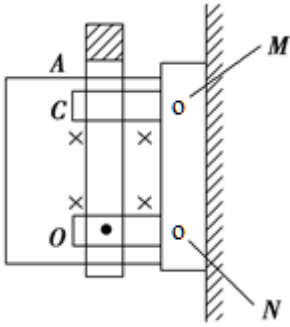
- A. OA 绳的拉力等于  $2mg$
- B. OB 绳的拉力等于  $mg/2$
- C. OC 绳的拉力小于 OB 绳的拉力
- D. OA 绳的拉力大于 OB 绳的拉力

3. 一列简谐横波沿  $x$  轴方向传播，某时刻的波形图如图所示，已知位于  $x = 1m$  处的质点正向下运动，则下列说法正确的是（ ）



- A. 该波沿  $x$  轴正方向传播
- B.  $x = 3m$  处的质点的振幅为零
- C.  $x = 2m$  处的质点此刻加速度为零
- D. 该时刻以后， $x = 2.5m$  处的质点比  $x = 1.5m$  处的质点先回到平衡位置

4. 如图所示为一种自动跳闸的闸刀开关示意图，O 是转动轴，A 是绝缘手柄，C 是闸刀卡口，M、N 接电源线。闸刀处于垂直纸面向里  $B = 0.1T$  的匀强磁场中，CO 间距离  $10cm$ 。当磁场力为  $0.2N$  时，闸刀开关会自动跳开。则要使闸刀开关能跳开，通过绝缘手柄 CO 中的电流的大小和方向为

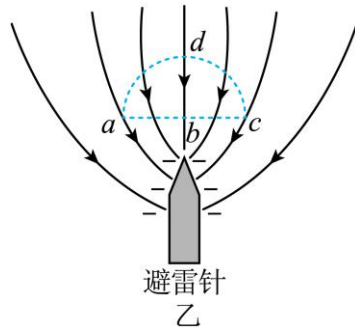


- A. 电流大小为 20A，电流方向  $O \rightarrow C$
- B. 电流大小为 20A，电流方向  $C \rightarrow O$
- C. 电流大小为 2A，电流方向  $O \rightarrow C$
- D. 电流大小为 2A，电流方向  $C \rightarrow O$

5. 塔尖装有一避雷针，某次雷雨天气闪电击中避雷针，避雷针发生尖端放电现象，如图甲。若避雷针放电时的电场线分布如图乙所示，在空间取一条水平线  $abc$  和一条圆弧线  $adc$ ， $bd$  连线为  $ac$  连线的中垂线，电场线关于直线  $bd$  对称，以下说法正确的是 ( )



甲



- A.  $b$ 、 $d$  两点的电场强度相同
- B. 同一负点电荷的电势能在  $b$  点比在  $d$  点大
- C.  $a$ 、 $c$  两点的电场强度相同
- D.  $b$  点电势等于  $a$ 、 $c$  点电势

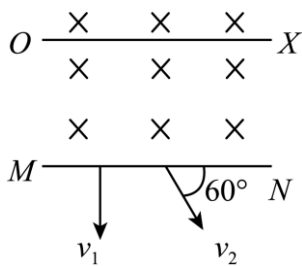
6. 2017 年 4 月 7 日出现了“木星冲日”的天文奇观，木星离地球最近最亮。当地球位于太阳和木星之间且三者几乎排成一条直线时，天文学称之为“木星冲日”。木星与地球几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳近似做匀速圆周运动。不考虑木星与地球的自转，相关数据见下表。则

	质量	半径	与太阳间距离
地球	$m$	$R$	$r$
木星	约 $320m$	约 $11R$	约 $5r$

- A. 木星表面的重力加速度比地球表面的重力加速度大
- B. 木星运行的速度比地球运行的速度大
- C. 木星运行的加速度比地球运行的加速度大
- D. 在木星表面附近发射飞行器的速度至少为  $7.9\text{km/s}$

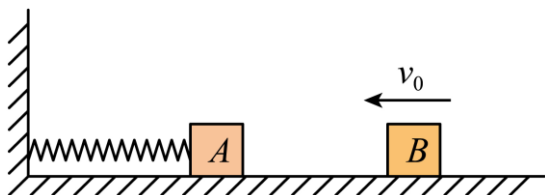


7. 如图所示，OX 与 MN 是匀强磁场中的两条平行直线，其中 MN 为磁场的下边界，速率不同的同种带电粒子沿 OX 方向射入磁场，从 MN 边界穿出时，其中速度为  $v_1$  的 A 粒子与 MN 垂直，速度为  $v_2$  的 B 粒子其速度方向与 MN 成  $60^\circ$  角，不计粒子的重力和粒子间的相互作用力，则 A、B 两粒子穿越磁场所需时间的比为 ( )



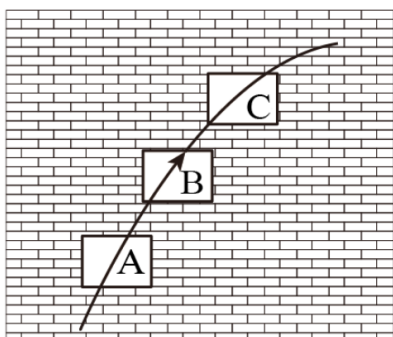
- A. 1: 2                      B. 2: 1                      C. 2: 3                      D. 3: 2

8. 两个完全相同的质量均为  $m$  的滑块 A 和 B，放在光滑水平面上，滑块 A 与轻质弹簧相连，弹簧另一端固定在墙上。滑块 B 以  $v_0$  的速度向滑块 A 运动，如图所示，两滑块相碰后一起运动不再分开，下述正确的是 ( )



- A. 弹簧最大弹性势能为  $\frac{1}{2}mv_0^2$   
 B. 弹簧最大弹性势能为  $\frac{1}{8}mv_0^2$   
 C. 两滑块相碰后一起运动过程中，系统动量守恒  
 D. 两滑块（包括弹簧）相碰后一起运动过程中，系统机械能守恒

9. 如图所示，位于竖直平面内的一面墙上有 A、B、C 三个完全相同的窗户。将一个小球斜向上抛出，小球在空中依次飞过 A、B、C 三个窗户，图中曲线为小球在空中运动的轨迹，轨迹所在的平面靠近竖直墙面，且与墙面平行。不计空气阻力的影响，以下说法中正确的是 ( )

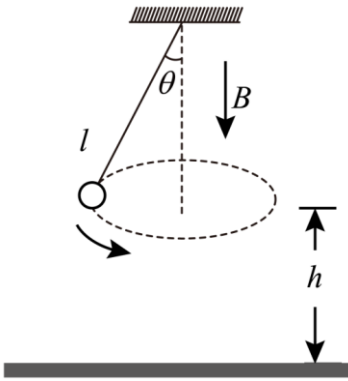


- A. 小球通过窗户 A 所用的时间最长                      B. 小球通过窗户 C 的平均速度最大  
 C. 小球通过窗户 C 动量变化量最大                      D. 小球通过窗户 A 克服重力做的功最多

10. 一个质量为  $m$ 、带电量为  $+q$  的小球，由长为  $l$  的细线吊在天花板下，空间有竖直向下的匀强磁场。现

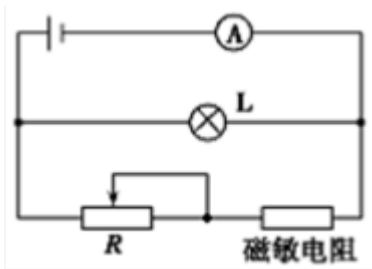


小球恰好以速率  $v_0$  在水平面内做匀速圆周运动，轨道平面与地面的距离为  $h$ ，细线与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，如图所示。已知重力加速度大小为  $g$ ，空气阻力忽略不计。下列选项正确的是（ ）



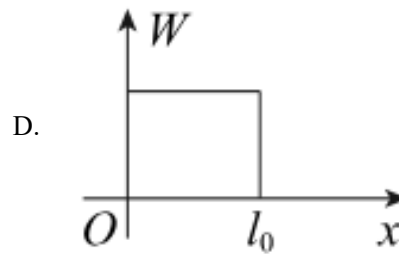
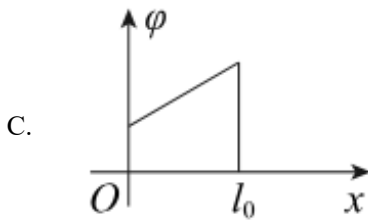
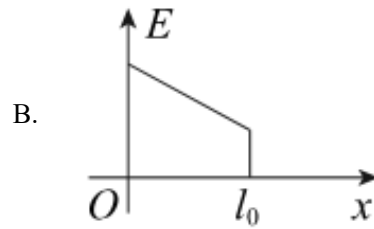
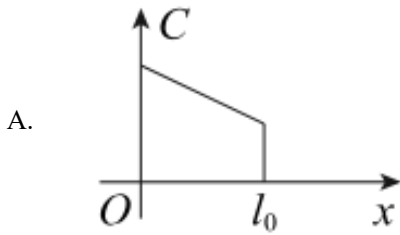
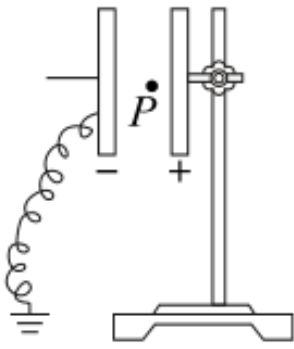
- A. 小球的向心加速度大小为  $a = g \tan \theta$
- B. 由题中数据不能求得磁感应强度的大小
- C. 某时刻剪断细线，小球将做平抛运动
- D. 剪断细线后，小球落到地面时速度大小为  $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$

11. 已知磁敏电阻在没有磁场时电阻很小，在有磁场时电阻很大，并且磁场越强阻值越大，为了探测有无磁场，利用磁敏电阻作为传感器设计了如图所示电路，电源电动势  $E$  和内阻  $r$  不变，在没有磁场时，调节变阻器  $R$  使电灯发光，当探测装置从无磁场区进入强磁场区（设电灯  $L$  不会烧坏），则（ ）

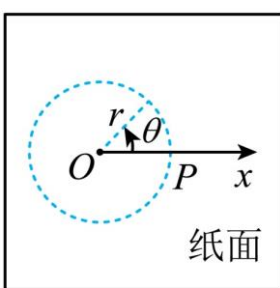


- A. 电灯  $L$  变亮
- B. 电流表示数增大
- C. 变阻器  $R$  的功率增大
- D. 磁敏电阻两端的电压减小

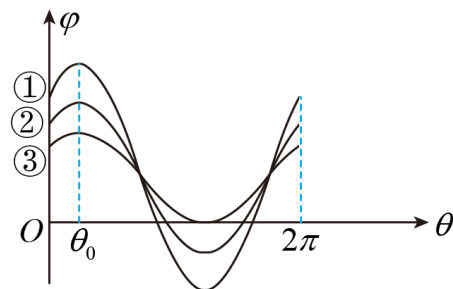
12. 如图所示，一平行板电容器充电后与电源断开，负极板接地，两板间的  $P$  点固定一个带正电的检验电荷。用  $C$  表示电容器的电容， $E$  表示两板间的电场强度的大小， $\varphi$  表示  $P$  点的电势， $W$  表示正电荷在  $P$  点的电势能。若正极板保持不动，将负极板缓慢向左平移一小段距离  $l_0$ ，上述各物理量与负极板移动距离  $x$  的关系图像中正确的是（ ）



13. 为了测定某平行于纸面的匀强电场的场强，某同学进行了如下操作：取电场内某一位置为坐标原点  $O$  建立  $x$  轴，选取  $x$  轴上到  $O$  点距离为  $r$  的  $P$  点，以  $O$  为圆心、 $r$  为半径作圆，如图甲所示，从  $P$  点起沿圆周逆时针测量圆上各点的电势  $\varphi$  和转过的角度  $\theta$ ，可以用此数据绘制  $\varphi-\theta$  图，当半径  $r$  分别取  $r_0$ 、 $2r_0$ 、 $3r_0$  时，分别绘制出如图乙中所示的三条曲线，三条曲线均在  $\theta = \theta_0$  时达到最大值，最大值分别为  $4\varphi_0$ 、 $3\varphi_0$ 、 $2\varphi_0$ ，下列说法正确的是（ ）



甲



乙

A. 曲线①对应的  $r$  取值为  $r_0$

B. 电场方向沿  $x$  轴负方向

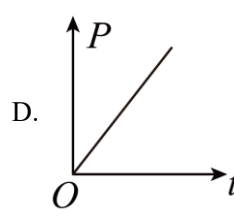
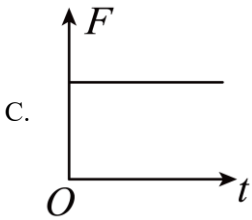
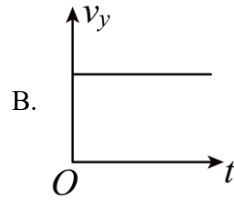
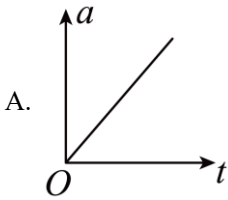
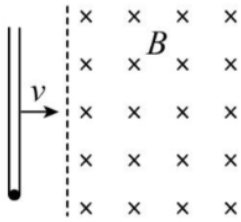
C. 坐标原点  $O$  的电势为  $\varphi_0$

D. 电场强度的大小为  $\frac{4\varphi_0}{3r_0}$

14. 如图所示，下端封闭上端开口、内壁光滑的细玻璃管竖直放置，管底有一带电的小球。整个装置以水平向右的速度匀速运动，垂直于磁场方向进入方向水平的匀强磁场，由于外力的作用，玻璃管在磁场中的



速度保持不变，最终小球从上端开口飞出，小球的电荷量始终保持不变，则从玻璃管进入磁场到小球运动到上端开口的过程中，关于小球运动的加速度大小  $a$ 、沿竖直方向的速度  $v_y$ 、外力  $F$  以及管壁对小球的弹力做功的功率  $P$  随时间  $t$  变化的图象（不计小球重力），其中正确的是（ ）



## 二、填空题（每空 2 分，共 18 分）

15. 物理实验一般都涉及实验目的、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据分析等。例如：

（1）实验仪器。用螺旋测微器测某金属丝的直径，示数如图 1 所示，则该金属丝的直径为 \_\_\_\_\_ mm。

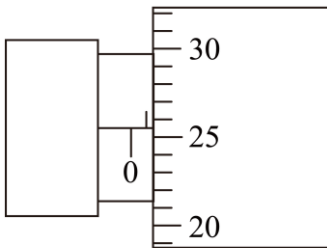


图1

（2）数据分析。打点计时器在随物体做匀变速直线运动的纸带上打点，纸带的一部分如图 2 示， $B$ 、 $C$ 、 $D$  为纸带上标出的连续 3 个计数点，相邻计数点之间还有 4 个计时点没有标出。打点计时器接在频率为 50Hz 的交流电源上，则物体运动的加速度  $a =$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ （结果保留两位有效数字）。

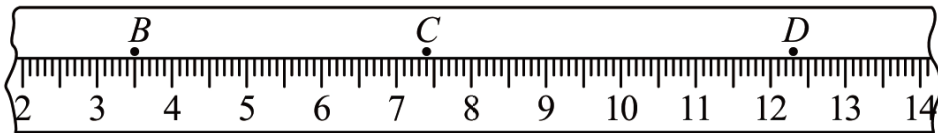


图2

（3）实验原理。某同学用单摆测量重力加速度的大小，他测量摆线的长度  $l$  和对应的周期  $T$ ，得到多组数据，作出了  $l-T^2$  图像，如图 3 所示。他认为根据图线可求得重力加速度  $g = \frac{4\pi^2 b}{a_2 - a_1}$ ，则若忽略测量数据



的偶然误差，从理论上分析，他求得的重力加速度  $g$  \_\_\_\_\_ 真实值（选填“大于”“等于”或“小于”）。请分析说明理由\_\_\_\_\_。

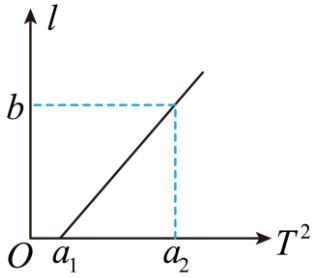


图3

16. 同学们用如图 1 所示的电路测量两节干电池串联而成的电池组的电动势  $E$  和内电阻  $r$ 。实验室提供的器材如下：电压表，电阻箱（阻值范围  $0 \sim 999.9\Omega$ ）；开关、导线若干。

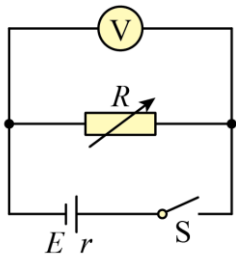


图1

(1) 某同学开始做实验，先把变阻箱阻值调到最大，再接通开关，然后改变电阻箱，随之电压表示数发生变化，读取  $R$  和对应的  $U$ ，并将相应的数据转化为坐标点描绘在  $R - \frac{R}{U}$  图中。请将图 2、图 3 中电阻箱和电压表所示的数据转化为坐标点描绘在图 5 所示的坐标系中（描点用“+”表示），并画出  $R - \frac{R}{U}$  图

线\_\_\_\_\_；

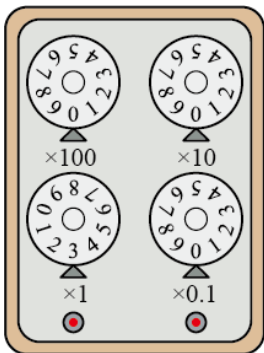


图2

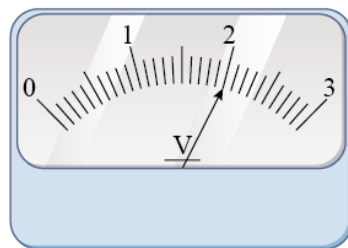


图3

(2) 根据图 4 中实验数据绘出的图线可以得出该电池组电动势的测量值  $E =$  \_\_\_\_\_ V，内电阻测量值  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。（保留 2 位有效数字）

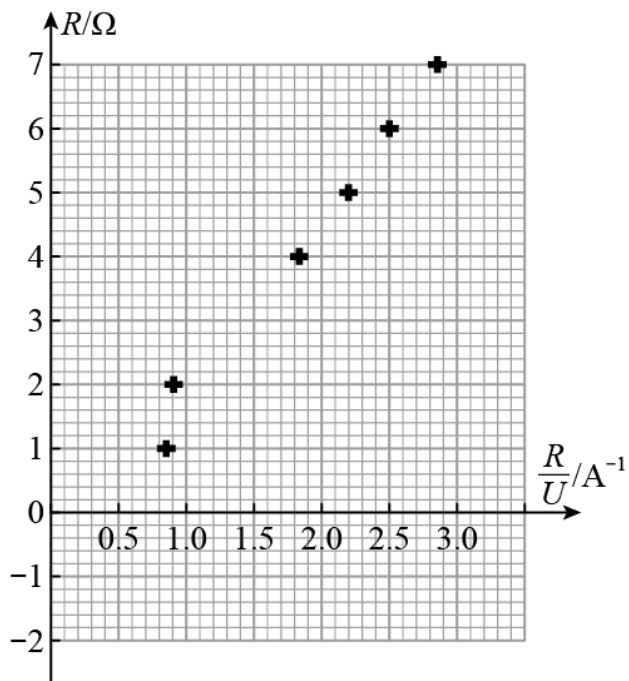


图4

(3) 该实验测得电源的电动势和内阻都存在误差，造成该误差主要原因是\_\_\_\_\_。

(4) 不同小组的同学分别用不同的电池组（均由同一规格的两节干电池串联而成）完成了上述的实验后，发现不同组的电池组的电动势基本相同，只是内电阻差异较大。同学们选择了内电阻差异较大的甲、乙两个电池组进一步探究，对电池组的内电阻热功率  $P_1$  以及总功率  $P_2$  分别随路端电压  $U$  变化的关系进行了猜想，并分别画出了如图 5 所示的  $P_1-U$  和  $P_2-U$  图像。若已知乙电池组的内电阻较大，则下列各图中可能正确的是\_\_\_\_\_（选填选项的字母）。

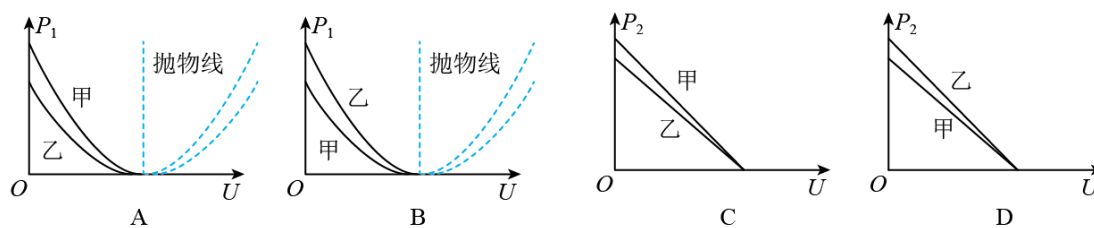


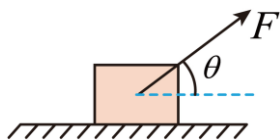
图5

三、计算题（本题共 4 个小题，共 40 分。解答时应画出必要的受力图，写出必要的文字说明和原始方程。只写出最后答案不能得分。有数值计算的题，答案中要明确写出数值和单位）

17. 如图所示，一质量  $m = 2\text{kg}$  的木箱静止在粗糙水平面上。从  $t = 0$  开始，木箱受到  $F = 10\text{N}$ 、与水平面的夹角为  $\theta = 37^\circ$  的恒定拉力，沿水平面匀加速运动。已知木箱与水平面间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$ ，重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

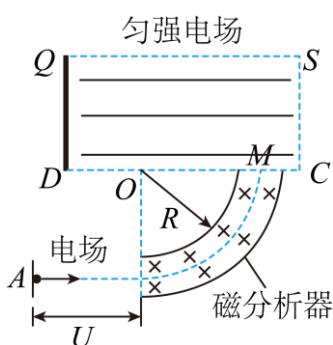
- (1) 画出木箱受力的示意图；
- (2) 求木箱的加速度  $a$  的大小；
- (3) 求 2s 末，拉力  $F$  的瞬时功率。





18. 离子注入是芯片制造中的一道重要工序，简化的注入过程原理如图所示。静止于  $A$  处的离子质量为  $m$ ，电荷量为  $q$  经电压为  $U$  的电场加速后，沿图中圆弧虚线通过磁分析器，然后从  $M$  点垂直  $CD$  进入矩形  $CDQS$  有界匀强电场中，最后恰好打在  $Q$  点。已知磁分析器截面是四分之一圆环，内部为匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直纸面向里；匀强电场沿水平方向， $DQ = d$ ， $MD = 2d$ 。整个装置处于真空中，离子重力不计。

- (1) 在图中标出匀强电场的场强方向，并简要说明判断依据；
- (2) 求离子在此分析器中轨迹的半径  $R$ ；
- (3) 求矩形区域内匀强电场场强大小  $E$ 。



19. 对于不同类型的物体和运动情况，测量速率的方法往往是不同的，当然测量速度的方法也受到历史的局限性和实验室提供的仪器的限制。

(1)历史上，由于测量条件的限制，伽利略无法用直接测量运动速度的方法来寻找自由落体的运动规律。因此他设想用斜面来“冲淡”重力，“放慢”运动，而且把速度的测量转化为对路程和时间的测量，并把自由落体运动看成为沿倾角为  $90^\circ$  的斜面下滑运动的外推。假设一个时间单位为  $T$ ，一个长度单位  $d$ ，实验中记录了小球沿光滑斜面在不同时间内相对于起始点的距离，如下表所示，则分析表中数据可知，小球在  $t=3T$  时刻的瞬时速度等于多少？（用已知量  $T$ 、 $d$  表示即可）

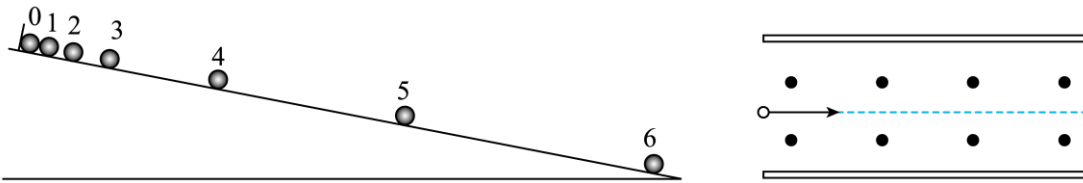
时间	0	$T$	$2T$	$3T$	$4T$	$5T$	$6T$
距离	0	$d$	$4d$	$9d$	$16d$	$25d$	$36d$

(2)带电粒子的速度可以利用速度选择器进行测量。如下图所示，真空环境中平行放置的金属板间距为  $d$ ，两板间有垂直纸面向外、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场，带电粒子以某一速度两金属板的左侧中间沿平行于金属板面的方向射入两板间，当板间电压为  $U$  时，带电粒子恰好沿直线（图中虚线）穿越两板，不计带电粒子的重力，求它的速度大小？

(3)由于中子不带电，因此中子的速度无法直接使用速度选择器进行测量，可以采用碰撞的方法进行间接测量。低速中子与静止的原子核发生相互作用，有一定概率会与原子核发生弹性正碰。假设一群低速中子的速度大小相同，甲、乙原子核质量分别为  $M_1$ 、 $M_2$ ，这群中子中的两个中子分别与静止的甲、乙两原子核发生弹性正碰后，利用电偏转或磁偏转的方法测量得甲、乙原子核被碰后的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ ，



求这群中子的速度大小？



20. 蹦极是极限运动的一种。为保证安全，要研究下落最大距离与人的质量、弹性绳弹性系数、阻力等诸多因素的关系。实际情况比较复杂，可简化为如下模型：弹性绳视为轻弹簧，质量可忽略不计，弹力的大小  $F = kx$ ，弹性势能  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ，其中  $x$  是弹性绳的形变量， $k$  是劲度系数；人视为质点，始终在一竖直线上运动。

已知，蹦极用弹性绳原长为  $L_0$ ，劲度系数为  $k$ ，重力加速度为  $g$ 。

(1) 质量为  $m$  的人从平台由静止下落，到达  $A$  点时弹性绳恰好伸直，继续向下到达最低点  $B$ ， $A$ 、 $B$  两点间距离为  $d$ ；之后又会反弹到某个高度，再下落……最后停在空中。人受到的阻力与速度大小有关，速度为 0 时，阻力为 0。

a. 求人在  $B$  点时的加速度的大小及方向。

b. 将人、弹性绳和地球视为一个系统，求从人离开平台到停在空中的整个过程，系统损失的机械能。

(2) 实际上，人在运动过程中受到的空气阻力较小，可忽略不计。甲、乙两人质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ ，且  $m_1 > m_2$ ，分别用同一弹性绳蹦极，以平台为原点，向下为正方向，两人下落最大位移分别为  $h_1$ 、 $h_2$ 。图 2 所示为甲下落过程中加速度  $a$  与下落位移  $h$  之间的关系图。

a. 请在图 2 中画出乙下落过程中加速度与下落位移的关系图。

b. 类比直线运动中由  $v-t$  图像求位移的方法，尝试利用  $a-h$  图证明  $h_1 > h_2$ 。



图1

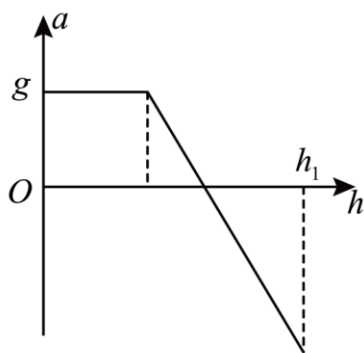


图2



## 参考答案

一、单选题（本题共 14 个小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的，每小题 3 分，共 24 分）

1. 【答案】A

【分析】本题考查国际单位制的转化。

【详解】ABCD.由库仑力公式可知：

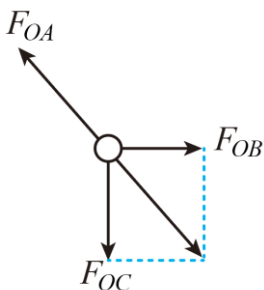
$$k = \frac{Fr^2}{q_1q_2}$$

则  $k$  的单位为  $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ，故 A 正确 BCD 错误。

故选 A。

2. 【答案】D

【详解】以结点 O 为研究，受力分析图如图所示：



根据平衡条件，结合力图可知： $F_{OA} = \frac{mg}{\cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$ ；

$F_{OB} = mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}mg < mg = F_{OC}$ ； $F_{OA} > F_{OB}$ ，所以 D 正确，ABC 错误。故选 D。

【点睛】本题首先要选择研究对象：结点 O；其次关键是作好力图，就能直观比较三个绳子拉力的大小。

3. 【答案】D

【详解】A. 已知位于  $x=1\text{m}$  处的质点正向下运动，可知该波沿  $x$  轴负方向传播，故 A 错误；

B.  $x=3\text{m}$  处的质点此时的位移为零，但是振幅不为零，故 B 错误；

C.  $x=2\text{m}$  处的质点位移最大，回复力最大，则此刻具有最大加速度，故 C 错误；

D. 该时刻  $x=2.5\text{m}$  处的质点向上振动， $x=1.5\text{m}$  处的质点向下振动，则从该时刻以后， $x=2.5\text{m}$  处的质点比  $x=1.5\text{m}$  处的质点先回到平衡位置，故 D 正确。

故选 D。

【点睛】根据质点的振动情况判断波的传播方向。质点的振幅是一固定值，在振动过程中质点的位移会发生改变。位移最大时，恢复力最大，加速度最大。熟练掌握“上坡下，下坡上”判定方法。

4. 【答案】A

【详解】试题分析：要想开关打开，则受到的安培力的方向应该是向左，再由左手定则可知，所通电流的



方向应该是由 O 到 C，选项 BD 错误；由  $F=BIL$ ，可知  $0.2N=0.1T \times 0.1m \times I$ ，故电流  $I=20A$ ，选项 A 正确。

考点：安培力，左手定则。

### 5. 【答案】B

【详解】A. 由电场线分布的疏密程度可知， $b$  点的电场强度大于  $d$  点的电场强度，故 A 错误；

B. 沿电场线方向电势降低，可知  $b$  点电势低于  $d$  点电势，根据  $E_p = q\phi$  可知，同一负点电荷的电势能在  $b$  点比在  $d$  点大，故 B 正确；

C. 电场线上某点的切线方向即该点的电场方向，由电场线分布可知  $a$ 、 $c$  两点的电场强度大小相等，但方向不同，故 C 错误。

D. 依题意，分别作出过  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点的等势线，可知  $a$ 、 $c$  点在同一等势线上，电势相等，过  $b$  点的等势线在过  $a$ 、 $c$  等势线的下方，根据沿着电场线方向电势逐渐降低，可知  $a$ 、 $c$  点电势高于  $b$  点的电势，故 D 错误；

故选 B。

### 6. 【答案】A

【详解】A 项：行星对表面物体的万有引力等于物体在表面时受到的重力，则  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ ，可得：

$g = \frac{GM}{R^2}$ ，木星质量是地球质量的 320 倍，木星半径是地球半径的 11 倍，则木星表面的重力加速度比地球表面的重力加速度大，故 A 正确；

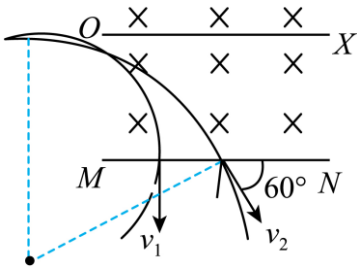
B 项：由万有引力提供向心力得： $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，解得： $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，由于木星到太阳的距离比地球到太阳的距离大，所以木星运行的速度比地球运行的速度小，故 B 错误；

C 项：太阳对行星的引力充当行星做圆周运动的向心力，则  $G \frac{Mm}{r^2} = ma$ ，得： $a = \frac{GM}{r^2}$  木星与太阳间距离比地球与太阳间距离大，木星运行的加速度比地球运行的加速度小，故 C 错误；

D 项：绕星球表面做圆周运动的飞行器  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ ，得： $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  木星质量是地球质量的 320 倍，木星半径是地球半径的 11 倍，所以在木星表面发射的飞行器的最小速度大于地球表面发射的飞行器最小速度 7.9km/s，故 D 错误。

### 7. 【答案】D

【详解】粒子在磁场中运动的周期的公式为  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ，由此可知，粒子的运动的时间与粒子的速度的大小无关，所以粒子在磁场中的周期相同，由粒子的运动的轨迹如图所示：



可知，通过  $a$  点的粒子的偏转角为  $90^\circ$ ，通过  $b$  点的粒子的偏转角为  $60^\circ$ ，所以通过  $a$  点的粒子的运动的时间为  $\frac{1}{4}T$ ，通过  $b$  点的粒子的运动的时间为  $\frac{1}{6}T$ ，所以从  $S$  到  $a$ 、 $b$  所需时间  $t_1$ 、 $t_2$  为  $3:2$ ，故 D 正确，

ABC 错误。

### 8. 【答案】D

【详解】AB. 两滑块碰撞过程动量守恒，以滑块的初速度方向为正方向，由动量守恒定律得

$$mv_0 = (m + m)v$$

系统向右运动过程，系统机械能守恒，由机械能守恒定律得

$$E_p = \frac{1}{2}(m + m)v^2$$

解得弹簧的最大弹性势能为

$$E_p = \frac{1}{4}mv_0^2$$

AB 错误；

C. 两滑块相碰过程系统动量守恒，两滑块碰撞后一起运动过程系统所受合外力不为零，系统动量不守恒，C 错误；

D. 两滑块碰撞过程机械能不守恒，碰撞后两滑块一起运动过程中只有弹力做功，系统机械能守恒，D 正确。

故选 D。

### 9. 【答案】C

【详解】A. 小球做斜上抛运动，可以分解成水平方向的匀速直线运动，竖直方向的上抛运动，水平方向运动和竖直方向运动具有等时性。小球竖直方向速度逐渐减小，而 A、B、C 三个窗户的竖直高度相等，所以通过 A 所用时间最小，通过 C 所用时间最大，选项 A 错误；

B. 小球竖直方向速度逐渐减小，水平方向速度不变，所以经 A 的平均速度最大，经 C 的平均速度最小，选项 B 错误；

C. 根据动量定理

$$\Delta p = mgt$$

经过窗户 C 的时间最长，则动量变化最大，选项 C 正确；

D. 根据重力做功公式

$$W_G = mgh$$

小球通过 A、B、C 三个窗户重力做功相等，选项 D 错误。



故选 C。

10. 【答案】D

【详解】AB. 小球做圆周运动时，受向下的重力、细线的拉力和指向圆心的洛伦兹力作用，由牛顿第二定律可知

$$mg \tan \theta + qv_0 B = ma = m \frac{v_0^2}{l \sin \theta}$$

则小球的向心加速度大小  $a > g \tan \theta$ ，由题中数据可求得磁感应强度 B 的大小，选项 AB 错误；

C. 某时刻剪断细线，小球因为有水平速度，则受到洛伦兹力作用，小球的运动不是平抛运动，选项 C 错误；

D. 剪断细线后，小球运动过程中洛伦兹力不做功，则由机械能守恒定律

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = \frac{1}{2} m v^2$$

解得小球落到地面时速度大小为

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

选项 D 正确。

故选 D。

11. 【答案】A

【详解】探测装置从无磁场区进入强磁场区时，其电阻变大，电路的总电阻变大，根据闭合电路欧姆定律可知电路中的总电流  $I$  变小，所以电流表的示数减小；根据

$$U = E - Ir$$

可知  $I$  减小，路端电压  $U$  增大，所以灯泡两端的电压增大，则电灯  $L$  变亮，故流过电灯  $L$  的电流增大，而总电流  $I$  减小，则流过磁敏电阻的电流减小，因为在进入强磁场区后没有改变滑动变阻器滑片的位置，即滑动变阻器的有效阻值不变，根据

$$P = I^2 R$$

可知变阻器  $R$  的功率减小，根据

$$U = IR$$

可知  $R$  两端的电压减小，而路端电压增大，故磁敏电阻两端的电压增大，A 正确，BCD 错误。故选 A。

12. 【答案】C

【详解】A. 根据

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$$

负极板缓慢向左平移一小段距离，两板间距  $d$  增大，电容随两板间距减小，但不是线性关系，故 A 错误；

B. 根据

$$C = \frac{Q}{U}$$

电容器充电后与电源断开，电荷量保持不变，可知两板间电势差增大。



根据

$$E = \frac{U}{d}$$

联立上式得

$$E = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$$

可知，电场强度保持不变，故 B 错误；

C.  $P$  点与负极板间距离  $x$  增大，则  $P$  点与负极板间电势差为

$$U_P = Ex = \varphi_P - 0 = \varphi_P$$

可知， $P$  点电势升高，故 C 正确；

D. 正电荷在  $P$  点的电势能为

$$W = q\varphi_P$$

可知，正电荷在  $P$  点的电势能增大，故 D 错误。

故选 C。

13. 【答案】C

【详解】AB. 三条曲线均在  $\theta = \theta_0$  时达到最大值，说明电场线不是沿着  $x$  轴，而是沿着与  $x$  轴正方向的夹角为  $\theta_0$  的直线，而且电场线方向指向左下方。曲线①的最大值在三条图像中最大，只有半径越大， $P$  点绕原点逆时针转过  $\theta_0$  时，逆着电场线走过的距离才越大，对应的电势才越高，所以曲线①对应的  $r$  取值为  $3r_0$ 。AB 错误；

CD. 由上面分析知曲线③对应的  $r$  取值为  $r_0$ 。由题知，曲线③对应的最高电势和最低电势分别为  $2\varphi_0$ 、 $0$ ，则坐标原点在最高电势点和最低电势点连线的中点。所以坐标原点  $O$  的电势为

$$\varphi_O = \frac{2\varphi_0 + 0}{2} = \varphi_0$$

取曲线③最高点电势和最低点电势来求电场强度

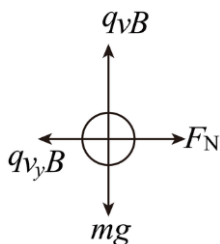
$$E = \frac{U}{d} = \frac{2\varphi_0 - 0}{2r_0} = \frac{\varphi_0}{r_0}$$

故 C 正确。D 错误。

故选 C。

14. 【答案】D

【详解】试题分析：以小球为研究对象，受力如图所示，





由于小球随玻璃管在水平方向做匀速直线运动，则竖直方向的洛伦兹力  $F_1 = qvB$  是恒力，由牛顿第二定律

得：  $qvB - mg = ma$ ，  $a = \frac{qvB}{m} - g$ ，小球的加速度不随时间变化，恒定不变，小球在竖直方向上的加速

度不变，小球做初速度为零的匀加速直线运动，竖直方向的速度  $v_y = at$  随时间均匀增加，故 AB 错误；小

球在水平方向受到的  $F_2 = qv_y B = qaBt$ ，小球在水平方向做匀速直线运动，由平衡条件得：

$F_N = qaBt$ ，玻璃管对小球的弹力  $F_N$  与小球对玻璃管的作用力  $F_N'$  是作用力与反作用力，由牛顿第三定

律得：  $F_N' = F_N = qaBt$ ，玻璃管在水平方向上受拉力  $F$  与  $F_N'$  作用做匀速直线运动，则

$F = F_N' = qaBt$ ，即  $F = qaBt$ ，由此可知，拉力  $F$  与时间  $t$  成正比，故 C 错误；管壁对小球的弹力做功

的功率  $P = F_N v = qavBt$ ， $P$  与  $t$  成正比，故 D 正确；

考点：考查了导体切割磁感线运动

【名师点睛】对小球进行受力分析时关键，根据小球的受力情况判断，由牛顿第二定律求出加速度，判断加速度与速度如何变化；对玻璃管受力分析，看拉力如何变化；最后由  $P=Fv$  判断管壁对小球弹力的功率如何变化

## 二、填空题（每空 2 分，共 18 分）

15. 【答案】 ①. 0.754###0.755###0.756 ②. 1.0 ③. 等于 ④. 见解析

【详解】(1) [1]螺旋测微器的读数为固定刻度与可动刻度之和，故图中所测金属丝的直径为

$$0.5\text{mm} + 25.5 \times 0.01\text{mm} = 0.755\text{mm}$$

(2) [2]根据逐差法可得物体运动的加速度为

$$a = \frac{CD - BC}{T^2} = \frac{(4.90 - 3.90) \times 10^{-2}}{0.1^2} \text{m/s}^2 = 1.0\text{m/s}^2$$

(3) [3][4]根据单摆的周期公式

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l+r}{g}}$$

解得

$$l = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - r$$

则出现图线不过原点的原因是将摆线长当作单摆的摆长，由图可知

$$\frac{g}{4\pi^2} = \frac{b}{a_2 - a_1}$$

解得

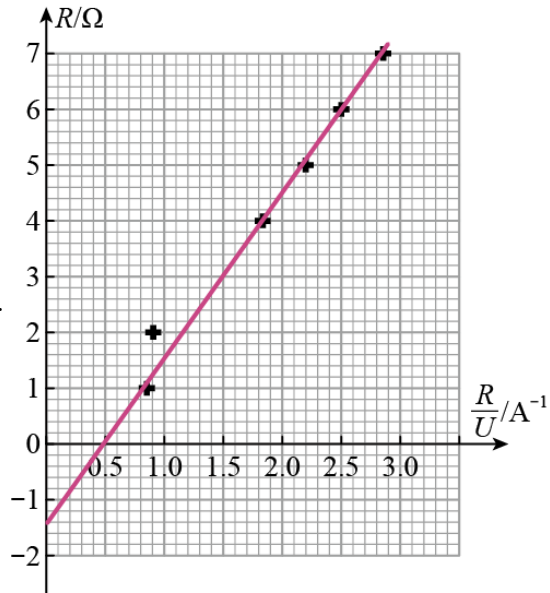
$$g = \frac{4\pi^2 b}{a_2 - a_1}$$

可知他求得的重力加速度  $g$  等于真实值。





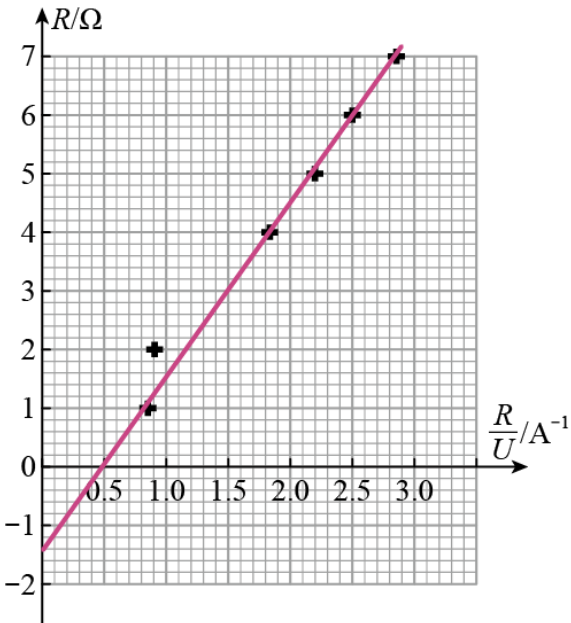
16. 【答案】 ①.



②. 2.8 ③. 1.0 ④. 电压表内阻不是无

穷大 ⑤. AC##CA

【详解】(1) [1]使大部分点落在直线上, 不能落在直线上的点均匀分布在直线两侧, 如图



(2) [2][3]根据闭合电路欧姆定律可得

$$E = U + \frac{U}{R}r$$

整理得

$$R = E \frac{R}{U} - r$$

由图像可得

$$E = k = \frac{\Delta R}{\Delta \left( \frac{R}{U} \right)} = \frac{6 - (-1)}{2.5 - 0} \text{ V} = 2.8 \text{ V}, \quad r = b = 1 \Omega$$



(3) [4]由于电压表内阻不是无穷大，所以在电路中分流，从而带来系统误差。

(4) [5]AB. 电池组的内电阻热功率

$$P_1 = \frac{(E - U)^2}{r}$$

则对于相同的  $U$  值，则  $r$  越大，对应的  $P_1$  越小，A 正确，B 错误；

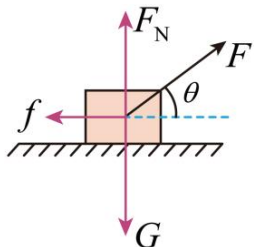
CD. 总功率

$$P_2 = EI = E \cdot \frac{E - U}{r}$$

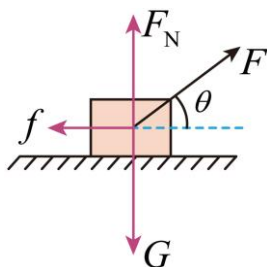
则对相同的  $U$  值， $r$  越大， $P_2$  越小，C 正确，D 错误。

故选 AC。

三、计算题（本题共 4 个小题，共 40 分。解答时应画出必要的受力图，写出必要的文字说明和原始方程。只写出最后答案不能得分。有数值计算的题，答案中要明确写出数值和单位）

17. 【答案】(1)  (2) 2.6m/s<sup>2</sup>; (3) 41.6W

【详解】(1) 木箱受重力、支持力、拉力以及摩擦力作用，受力如下图所示



(2) 对木箱受力分析，在竖直方向，根据平衡条件有

$$F_N + F \sin \theta - mg = 0$$

在水平方向，根据牛顿第二定律有

$$F \cos \theta - f = ma$$

又因为摩擦力为

$$f = \mu F_N$$

解得加速度为

$$a = 2.6 \text{ m/s}^2$$

(3) 2s 末的速度

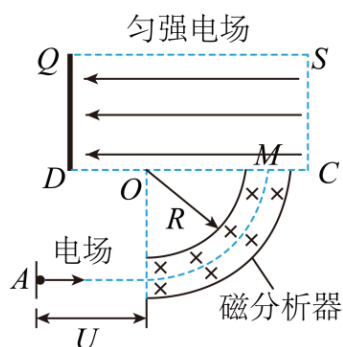
$$v = at = 5.2 \text{ m/s}$$

拉力  $F$  的瞬时功率



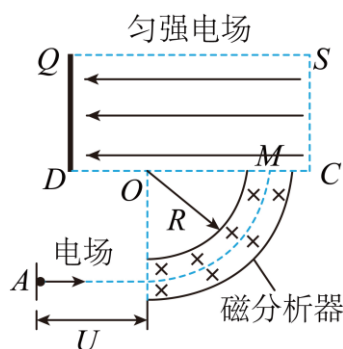
$$P = Fv \cos \theta = 10 \times 5.2 \times 0.8 \text{ W} = 41.6 \text{ W}$$

18. 【答案】(1) 离子经过磁分析器的过程中用左手定则可知，离子带正电；当离子进入匀强电场后打在  $Q$  点，说明离子受力方向向左，故可判断匀强电场的场强方向向左，如图所示



(2)  $\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}}$  (3)  $\frac{8U}{d}$

【详解】(1) 由题可知，离子经过磁分析器的过程中用左手定则可知，离子带正电；当离子进入匀强电场后打在  $Q$  点，说明离子受力方向向左，故可判断匀强电场的场强方向向左。如图所示



(2) 离子先经过加速电场加速，则

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

在磁分析器中，离子做匀速圆周运动

$$Bqv = \frac{mv^2}{R}$$

联立解得

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}}$$

(3) 当离子进入匀强电场后做类平抛运动，由题可知

$$d = vt$$

$$2d = \frac{1}{2} \frac{Eq}{m} t^2$$

解得



$$E = \frac{8U}{d}$$

19. 【答案】(1)  $\frac{6d}{T}$ ; (2)  $\frac{U}{dB}$ ; (3)  $\frac{M_1v_1v_2 - M_2v_2v_1}{2(M_1v_1 - M_2v_2)}$

【详解】(1) 小球做匀加速直线运动，某段时间内中间时刻速度等于平均速度，所以  $3T$  时刻的速度为

$$v = \frac{16d - 4d}{2T} = \frac{6d}{T}$$

(2) 粒子沿直线穿越两板，受力分析可知粒子做匀速直线运动，即

$$q \frac{U}{d} = qvB$$

解得

$$v = \frac{U}{dB}$$

(3) 中子  $m$  与甲原子核发生弹性正碰，根据动量守恒和能量守恒得

$$mv = mv' + M_1v_1$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}M_1^2v_1^2$$

解得

$$v_1 = \frac{2m}{M_1 + m}v$$

同理，与乙原子核发生弹性正碰，有

$$v_2 = \frac{2m}{M_2 + m}v$$

解得中子碰前的速度为

$$v = \frac{M_1v_1v_2 - M_2v_2v_1}{2(M_1v_1 - M_2v_2)}$$

20. 【答案】(1) a.  $a = \frac{kd}{m} - g$ ，方向向上； b.  $\Delta E_{\text{损}} = mg(L_0 + \frac{mg}{2k})$ ；(2) 见解析

【详解】(1) a. 根据牛顿第二定律有

$$F - mg = ma$$

其中

$$F = kd$$

解得

$$a = \frac{kd}{m} - g$$

加速度的方向向上；



b.最后停在空中受力平衡

$$mg = kx_0$$

人在空中运动的过程中系统损失的机械能

$$\Delta E_{\text{损}} = mg(L_0 + x_0) - \frac{1}{2}kx_0^2 = mg(L_0 + \frac{mg}{2k})$$

(2) a. 下降高度小于弹性绳原长时，人只受重力

$$a = g$$

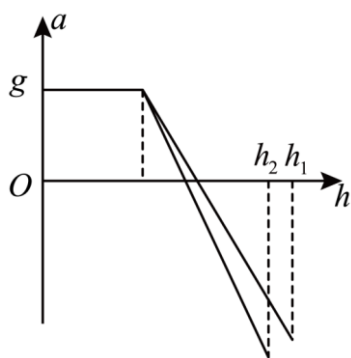
下降高度大于弹性绳原长至最低点时，人受重力和弹性绳弹力，规定向下为正

$$mg - k(h - L_0) = ma$$

得

$$a = -\frac{k}{m}h + g + \frac{kL_0}{m}$$

乙下落过程中加速度与下落位移的关系图如图



b. 根据牛顿运动定律

$$F = ma$$

及功的定义式

$$W = Fs \cos \theta$$

类比直线运动中由  $v-t$  图像求位移的方法，可将人下降的过程分成很多段微元运动，则

$$W = mah$$

可知人下落过程中受合力做的功与  $a-h$  图中图线与横轴围成的“面积”成正比，下落全过程人的动能变化量为 0，根据动能定理可知合力对人做的总功也为 0，即横轴以上的“面积”与横轴以下的“面积”应大小相等。由  $a-h$  图可知，乙图线横轴以上的“面积”小于甲图线横轴以上的“面积”，因此，乙图线横轴以下的“面积”也应小于甲图线横轴以下的“面积”，所以  $h_1 > h_2$ 。

(说明：其他论证方法合理也可)