

# 河南省 2025 年普通高中学业水平选择性考试

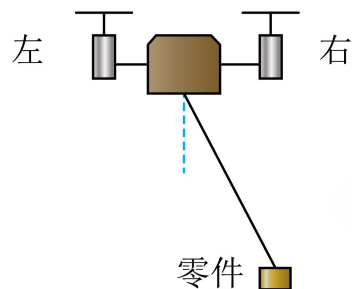
## 物理

注意事项：

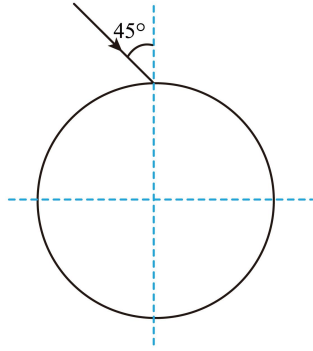
- 1、答卷前，考生务必将自己的姓名、考生号等填写在试卷、答题卡上。
- 2、回答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3、考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题：本题共 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. 野外高空作业时，使用无人机给工人运送零件。如图，某次运送过程中的一段时间内，无人机向左水平飞行，零件用轻绳悬挂于无人机下方，并相对于无人机静止，轻绳与竖直方向成一定角度。忽略零件所受空气阻力，则在该段时间内（ ）



- A. 无人机做匀速运动
  - B. 零件所受合外力为零
  - C. 零件的惯性逐渐变大
  - D. 零件的重力势能保持不变
2. 折射率为 $\sqrt{2}$ 的玻璃圆柱水平放置，平行于其横截面的一束光线从顶点入射，光线与竖直方向的夹角为 $45^\circ$ ，如图所示。该光线从圆柱内射出时，与竖直方向的夹角为（不考虑光线在圆柱内的反射）（ ）

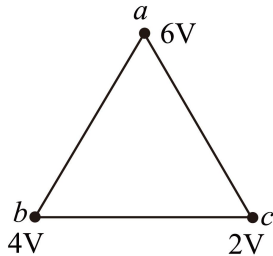


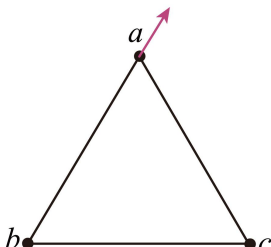
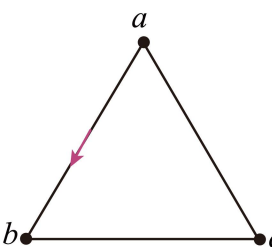
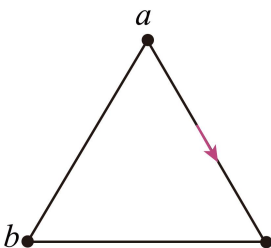
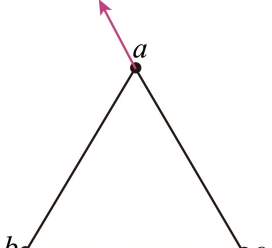
- A.  $0^\circ$                       B.  $15^\circ$                       C.  $30^\circ$                       D.  $45^\circ$

3. 2024 年天文学家报道了他们新发现的一颗类地行星 Gliese122b，它绕其母恒星的运动可视为匀速圆周运动。已知 Gliese122b 轨道半径约为日地距离的  $\frac{1}{14}$ ，其母恒星质量约为太阳质量的  $\frac{2}{7}$ ，则 Gliese122b 绕其母恒星的运动周期约为 ( )

- A. 13 天                      B. 27 天                      C. 64 天                      D. 128 天

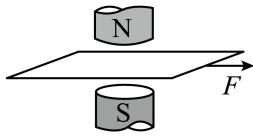
4. 如图，在与纸面平行的匀强电场中有  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点，其电势分别为  $6V$ 、 $4V$ 、 $2V$ ； $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别位于纸面内一等边三角形的顶点上。下列图中箭头表示  $a$  点电场的方向，则正确的是 ( )



- A.                       B. 
- C.                       D. 

5. 如图，一金属薄片在力  $F$  作用下自左向右从两磁极之间通过。当金属薄片中心运动到 N

极的正下方时，沿 N 极到 S 极的方向看，下列图中能够正确描述金属薄片内涡电流绕行方向的是（ ）

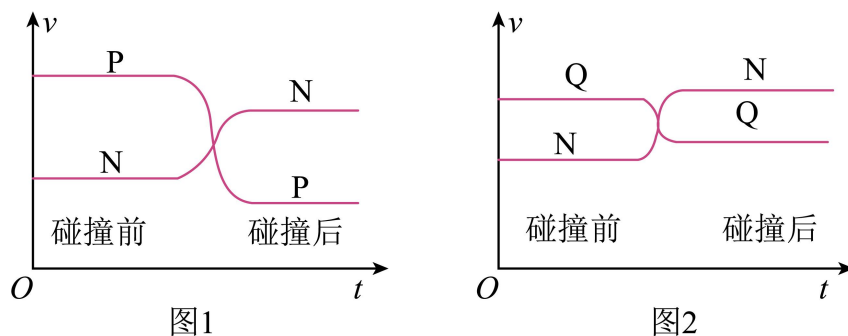


- A. B.
- C. D.

6. 由于宇宙射线的作用，在地球大气层产生有铍的两种放射性同位素  ${}^7_4\text{Be}$  和  ${}^{10}_4\text{Be}$ 。测定不同高度大气中单位体积内二者的原子个数比，可以研究大气环境的变化。已知  ${}^7_4\text{Be}$  和  ${}^{10}_4\text{Be}$  的半衰期分别约为 53 天和 139 万年。在大气层某高度采集的样品中，研究人员发现  ${}^7_4\text{Be}$  和  ${}^{10}_4\text{Be}$  的总原子个数经过 106 天后变为原来的  $\frac{3}{4}$ ，则采集时该高度的大气中  ${}^7_4\text{Be}$  和  ${}^{10}_4\text{Be}$  的原子个数比约为（ ）

- A. 1:4                      B. 1:2                      C. 3:4                      D. 1:1

7. 两小车 P、Q 的质量分别为  $m_P$  和  $m_Q$ ，将它们分别与小车 N 沿直线做碰撞实验，碰撞前后的速度  $v$  随时间  $t$  的变化分别如图 1 和图 2 所示。小车 N 的质量为  $m_N$ ，碰撞时间极短，则（ ）



- A.  $m_P > m_N > m_Q$       B.  $m_N > m_P > m_Q$       C.  $m_Q > m_P > m_N$       D.  $m_Q > m_N > m_P$

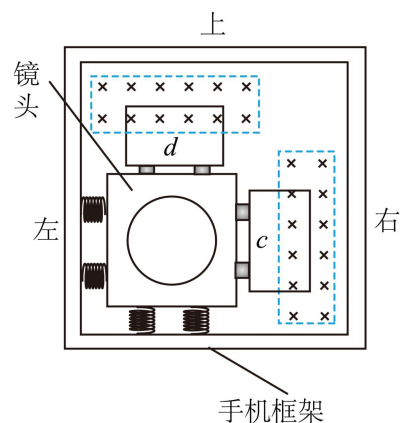
二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有

选错的得 0 分。

8. 贾湖骨笛是河南博物院镇馆之宝之一，被誉为“中华第一笛”。其中一支骨笛可以发出  $A_5$ 、 $B_5$ 、 $C_6$ 、 $D_6$ 、 $E_6$  等音。已知  $A_5$  音和  $D_6$  音所对应的频率分别为 880Hz 和 1175Hz，则 ( )

- A. 在空气中传播时， $A_5$  音的波长大于  $D_6$  音的
- B. 在空气中传播时， $A_5$  音的波速小于  $D_6$  音的
- C. 由空气进入水中， $A_5$  音和  $D_6$  音的频率都变大
- D. 由空气进入水中， $A_5$  音的波长改变量大于  $D_6$  音的

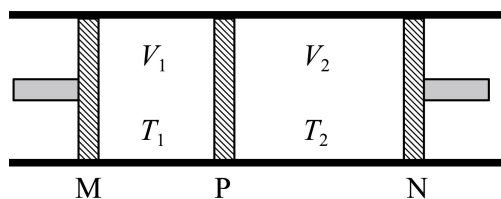
9. 手机拍照时手的抖动产生的微小加速度会影响拍照质量，光学防抖技术可以消除这种影响。如图，镜头仅通过左、下两侧的弹簧与手机框架相连，两个相同线圈  $c$ 、 $d$  分别固定在镜头右、上两侧， $c$ 、 $d$  中的一部分处在相同的匀强磁场中，磁场方向垂直纸面向里。拍照时，手机可实时检测手机框架的微小加速度  $a$  的大小和方向，依此自动调节  $c$ 、 $d$  中通入的电流  $I_c$  和  $I_d$  的大小和方向（无抖动时  $I_c$  和  $I_d$  均为零），使镜头处于零加速度状态。下列说法正确的是 ( )



- A. 若  $I_c$  沿顺时针方向， $I_d = 0$ ，则表明  $a$  的方向向右
- B. 若  $I_d$  沿顺时针方向， $I_c = 0$ ，则表明  $a$  的方向向下
- C. 若  $a$  的方向沿左偏上  $30^\circ$ ，则  $I_c$  沿顺时针方向， $I_d$  沿逆时针方向且  $I_c > I_d$
- D. 若  $a$  的方向沿右偏上  $30^\circ$ ，则  $I_c$  沿顺时针方向， $I_d$  沿顺时针方向且  $I_c < I_d$

10. 如图，一圆柱形汽缸水平固置，其内部被活塞  $M$ 、 $P$ 、 $N$  密封成两部分，活塞  $P$  与汽缸壁均绝热且两者间无摩擦。平衡时， $P$  左、右两侧理想气体的温度分别为  $T_1$  和  $T_2$ ，体积分别

为  $V_1$  和  $V_2$ ,  $T_1 < T_2, V_1 < V_2$ 。则 ( )



- A. 固定  $M$ 、 $N$ , 若两侧气体同时缓慢升高相同温度,  $P$  将右移
- B. 固定  $M$ 、 $N$ , 若两侧气体同时缓慢升高相同温度,  $P$  将左移
- C. 保持  $T_1$ 、 $T_2$  不变, 若  $M$ 、 $N$  同时缓慢向中间移动相同距离,  $P$  将右移
- D. 保持  $T_1$ 、 $T_2$  不变, 若  $M$ 、 $N$  同时缓慢向中间移动相同距离,  $P$  将左移

**三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。**

11. 实验小组研究某热敏电阻的特性，并依此利用电磁铁、电阻箱等器材组装保温箱。该热敏电阻阻值随温度的变化曲线如图 1 所示，保温箱原理图如图 2 所示。回答下列问题：

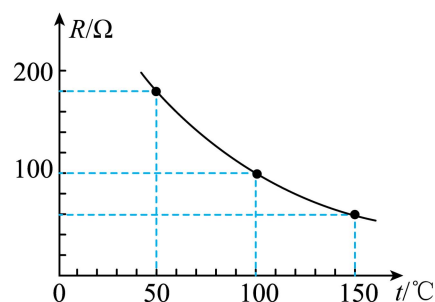


图1

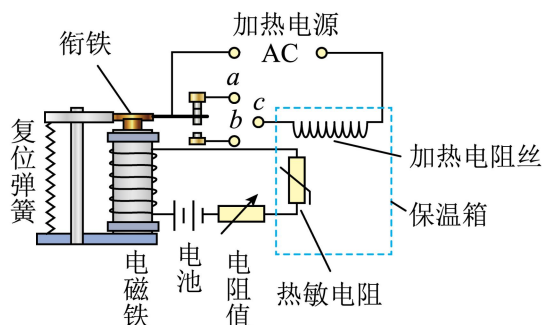


图2

- (1) 图 1 中热敏电阻的阻值随温度的变化关系是\_\_\_\_\_ (填“线性”或“非线性”) 的。
- (2) 存在一个电流值  $I_0$ ，若电磁铁线圈的电流小于  $I_0$ ，衔铁与上固定触头  $a$  接触；若电流大于  $I_0$ ，衔铁与下固定触头  $b$  接触。保温箱温度达到设定值后，电磁铁线圈的电流在  $I_0$  附近上下波动，加热电路持续地断开、闭合，使保温箱温度维持在设定值。则图 2 中加热电阻丝的  $c$  端应该与触头\_\_\_\_\_ (填“ $a$ ”或“ $b$ ”) 相连接。
- (3) 当保温箱的温度设定在  $50^\circ\text{C}$  时，电阻箱旋钮的位置如图 3 所示，则电阻箱接入电路的阻值为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

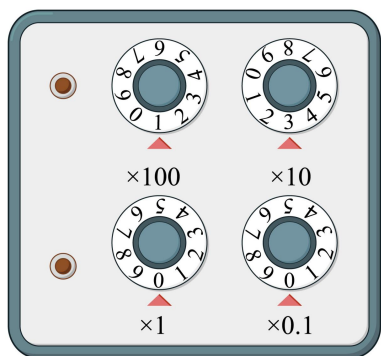


图3

(4)若要把保温箱的温度设定在 $100^{\circ}\text{C}$ ，则电阻箱接入电路的阻值应为\_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

12. 实验小组利用图 1 所示装置验证机械能守恒定律。可选用的器材有：交流电源（频率 50Hz）、铁架台、电子天平、重锤、打点计时器、纸带、刻度尺等。

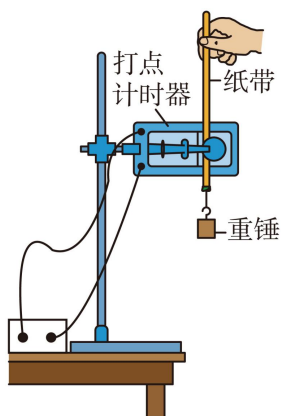


图1

(1)下列所给实验步骤中，有 4 个是完成实验必需且正确的，把它们选择出来并按实验顺序排列：\_\_\_\_\_（填步骤前面的序号）

- ①先接通电源，打点计时器开始打点，然后再释放纸带
- ②先释放纸带，然后再接通电源，打点计时器开始打点
- ③用电子天平称量重锤的质量
- ④将纸带下端固定在重锤上，穿过打点计时器的限位孔，用手捏住纸带上端
- ⑤在纸带上选取一段，用刻度尺测量该段内各点到起点的距离，记录分析数据
- ⑥关闭电源，取下纸带

(2)图 2 所示是纸带上连续打出的五个点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$  到起点的距离。则打出  $B$  点时重锤下落的速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ （保留 3 位有效数字）。



图2

(3)纸带上各点与起点间的距离即为重锤下落高度  $h$ ，计算相应的重锤下落速度  $v$ ，并绘制图 3 所示的  $v^2 - h$  关系图像。理论上，若机械能守恒，图中直线应\_\_\_\_\_（填“通过”或“不通过”）原点且斜率为\_\_\_\_\_（用重力加速度大小  $g$  表示）。由图 3 得直线的斜率  $k =$ \_\_\_\_\_（保留 3 位有效数字）。

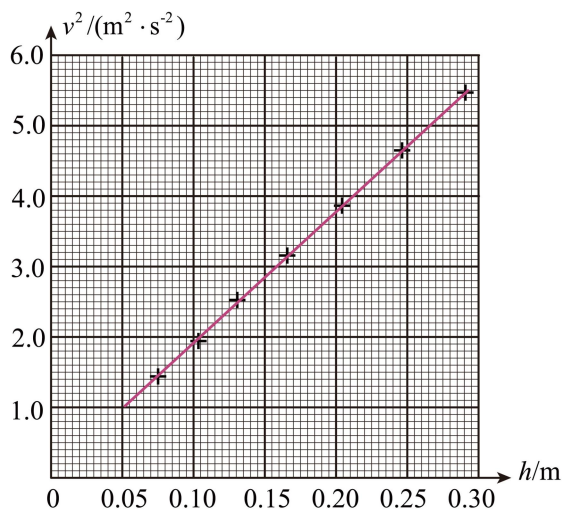
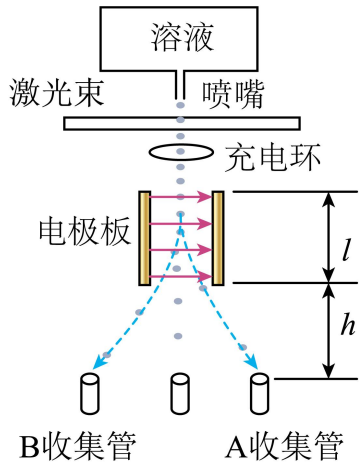


图3

(4)定义单次测量的相对误差  $\eta = \left| \frac{E_p - E_k}{E_p} \right| \times 100\%$ ，其中  $E_p$  是重锤重力势能的减小量， $E_k$  是

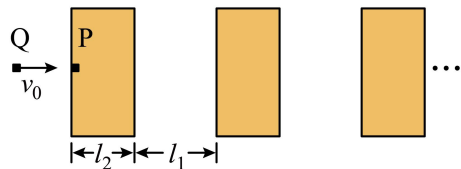
其动能增加量，则实验相对误差为  $\eta =$ \_\_\_\_\_  $\times 100\%$ （用字母  $k$  和  $g$  表示）；当地重力加速度大小取  $g = 9.80 m/s^2$ ，则  $\eta =$ \_\_\_\_\_ %（保留 2 位有效数字），若  $\eta < 5\%$ ，可认为在实验误差允许的范围内机械能守恒。

13. 流式细胞仪可对不同类型的细胞进行分类收集，其原理如图所示。仅含有一个 A 细胞或 B 细胞的小液滴从喷嘴喷出（另有一些液滴不含细胞），液滴质量均为  $m = 2.0 \times 10^{-10} kg$ 。当液滴穿过激光束、充电环时被分类充电，使含 A、B 细胞的液滴分别带上正、负电荷，电荷量均为  $q = 1.0 \times 10^{-13} C$ 。随后，液滴以  $v = 2.0 m/s$  的速度竖直进入长度为  $l = 2.0 \times 10^{-2} m$  的电极板间，板间电场均匀、方向水平向右，电场强度大小为  $E = 2.0 \times 10^5 N/C$ 。含细胞的液滴最终被分别收集在极板下方  $h = 0.1 m$  处的 A、B 收集管中。不计重力、空气阻力以及带电液滴间的作用。求：



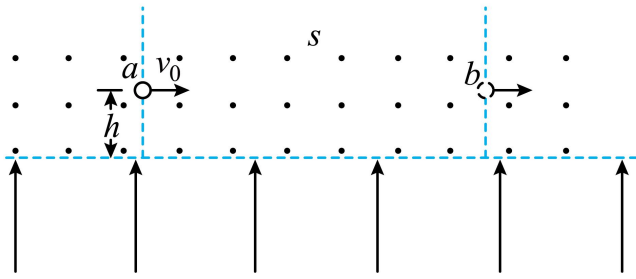
- (1) 含 A 细胞的液滴离开电场时偏转的距离；  
 (2) A、B 细胞收集管的间距。

14. 如图，在一段水平光滑直道上每间隔  $l_1 = 3\text{m}$  铺设宽度为  $l_2 = 2.4\text{m}$  的防滑带。在最左端防滑带的左边缘静止有质量为  $m_1 = 2\text{kg}$  的小物块 P，另一质量为  $m_2 = 4\text{kg}$  的小物块 Q 以  $v_0 = 7\text{m/s}$  的速度向右运动并与 P 发生正碰，且碰撞时间极短。已知碰撞后瞬间 P 的速度大小为  $v = 7\text{m/s}$ ，P、Q 与防滑带间的动摩擦因数均为  $\mu = 0.5$ ，重力加速度大小  $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：



- (1) 该碰撞过程中损失的机械能；  
 (2) P 从开始运动到静止经历的时间。

15. 如图，水平虚线上方区域有垂直于纸面向外的匀强磁场，下方区域有竖直向上的匀强电场。质量为  $m$ 、带电量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子从磁场中的  $a$  点以速度  $v_0$  向右水平发射，当粒子进入电场时其速度沿右下方向并与水平虚线的夹角为  $60^\circ$ ，然后粒子又射出电场重新进入磁场并通过右侧  $b$  点，通过  $b$  点时其速度方向水平向右。 $a$ 、 $b$  距水平虚线的距离均为  $h$ ，两点之间的距离为  $s = 3\sqrt{3}h$ 。不计重力。



(1)求磁感应强度的大小；

(2)求电场强度的大小；

(3)若粒子从  $a$  点以  $v_0$  竖直向下发射，长时间来看，粒子将向左或向右漂移，求漂移速度大小。（一个周期内粒子的位移与周期的比值为漂移速度）



1. D

【详解】D. 无人机沿水平方向飞行，零件相对于无人机静止，也沿水平方向飞行做直线运动，故零件的高度不变，可知零件的重力势能保持不变，D 正确；

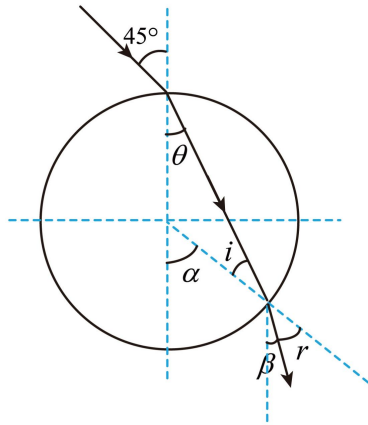
AB. 对零件受力分析，受重力和绳子的拉力，由于零件沿水平方向做直线运动，可知合外力沿水平方向，提供水平方向的加速度。零件水平向左做匀加速直线运动，AB 错误；

C. 惯性的大小只与质量有关，零件的质量不变，故零件的惯性不变，C 错误。

故选 D。

2. B

【详解】



设光线射入圆柱体时的折射角为  $\theta$ ，根据光的折射定律可知  $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta}$

解得  $\theta = 30^\circ$

如图，根据几何关系可知光线射出圆柱体时的入射角  $i = \theta = 30^\circ$

则法线与竖直方向的夹角  $\alpha = \theta + i = 60^\circ$

根据光的折射定律可知  $n = \frac{\sin r}{\sin i}$

解得光线射出圆柱体时的折射角  $r = 45^\circ$

光线从圆柱体内射出时，与竖直方向的夹角为  $\beta = \alpha - r = 15^\circ$

故选 B。

3. A

【详解】地球绕太阳运行的周期约为 365 天，根据万有引力提供向心力得  $\frac{GM_0 m}{r_0^2} = m \frac{4\pi^2}{T_0^2} r_0$

已知  $r = \frac{1}{14} r_0$ ， $M = \frac{2}{7} M_0$ ，同理得  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$

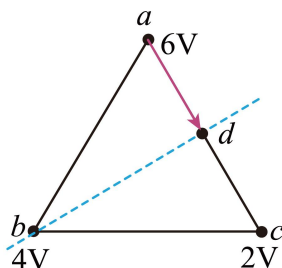
整理得  $\frac{T^2}{T_0^2} = \frac{r^3 M_0}{r_0^3 M}$

带入数据得  $T = \frac{1}{28} T_0 \approx 13$ 天

故选 A。

4. C

【详解】



匀强电场中任意两点间的中点电势等于这两点的平均值,可知  $ac$  中点  $d$  的电势与  $b$  点相同,  $bd$  的连线为该匀强电场的等势面。电场线垂直于等势面且由高电势指向低电势,故电场线沿  $ac$  方向且由  $a$  指向  $c$ , C 选项正确。

故选 C。

5. C

【详解】根据题意当金属薄片中心运动到 N 极正下方时,薄片右侧的磁通量在减小,左侧磁通量在增加,由于两极间的磁场竖直向下,根据楞次定律可知此时薄片右侧的涡电流方向为顺时针,薄片左侧的涡电流方向为逆时针。

故选 C。

6. B

【详解】设采集时大气中有  $x$  个  ${}^7_4\text{Be}$  原子和  $y$  个  ${}^{10}_4\text{Be}$  原子,由于  ${}^{10}_4\text{Be}$  的半衰期为 139 万年,故经过 106 天后  ${}^{10}_4\text{Be}$  原子的衰变个数可以忽略不计,  ${}^7_4\text{Be}$  的半衰期为 53 天,故经过 106 天

后剩余数量为  $x \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2$ , 故可得  $\frac{x \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 + y}{x + y} = \frac{3}{4}$

解得  $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$

故选 B。

7. D

【详解】PN 碰撞时，根据碰撞前后动量守恒有  $m_P v_P + m_N v_N = m_P v_P' + m_N v_N'$

$$\text{即 } m_P (v_P - v_P') = m_N (v_N' - v_N)$$

根据图像可知  $(v_P - v_P') > (v_N' - v_N)$ ，故  $m_P < m_N$ ；

同理，QN 碰撞时，根据碰撞前后动量守恒有  $m_Q v_Q + m_N v_N = m_Q v_Q' + m_N v_N'$

$$\text{即 } m_Q (v_Q - v_Q') = m_N (v_N' - v_N)$$

根据图像可知  $(v_Q - v_Q') < (v_N' - v_N)$ ，故  $m_Q > m_N$ ；

故  $m_Q > m_N > m_P$

故选 D。

8. AD

【详解】B. 声音在相同介质中的传播速度相同，因此  $A_5$  和  $D_6$  的传播速度相同，B 错误；

A. 由  $\lambda = vT = \frac{v}{f}$  可知， $A_5$  的波长大于  $D_6$  的波长，A 正确；

C. 由空气进入水中，频率不发生变化，C 错误；

D. 空气中  $\lambda_0 = \frac{v}{f}$

在水中  $\lambda = \frac{v'}{f}$

其中声音的速度只与介质有关，即在水中它们的速度大小也一样，则可得到波长的改变量为

$$\Delta\lambda = \frac{v' - v}{f}$$

可知频率越小其对应的波长改变量越大，D 正确。

故选 AD。

9. BC

【详解】A.  $I_c$  顺时针而  $I_d = 0$ ，则镜头向左运动，加速度方向向左，A 错误；

B.  $I_d$  顺时针而  $I_c = 0$ ，则镜头向下运动，加速度方向向下，B 正确；

C. 若  $a$  的方向左偏上  $30^\circ$ ，说明镜头向上运动以及向左运动拉伸弹簧，且向左运动的分速度大于向上运动的分速度，可知  $I_c$  顺时针  $I_d$  逆时针，由  $E = Blv$  可知  $I_c > I_d$ ，C 正确；

D. 若  $a$  的方向右偏上  $30^\circ$ ，说明镜头向上运动以及向右运动，且向右运动的分速度大于向

上运动的分速度，可知  $I_c$  逆时针  $I_d$  逆时针，D 错误。

故选 BC。

10. AC

【详解】AB. 由题干可知初始左右气体的压强相同，假设在升温的过程中  $P$  板不发生移动，

$$\text{则由定容过程 } \frac{p}{T} = \frac{\Delta p}{\Delta T} \Rightarrow \Delta p = \frac{p}{T} \Delta T$$

可得左侧气体压强增加量多，则  $P$  板向右移动；A 正确 B 错误；

CD. 保持温度不变移动相同的距离时

$$\frac{pV_1}{T_1} = C_1, \quad p = \frac{C_1 T_1}{V_1} \quad \text{同理} \quad \frac{C_1 T_1}{V_1} = \frac{C_2 T_2}{V_2} \quad \frac{V_1}{C_1 T_1} = \frac{V_2}{C_2 T_2},$$

$$\text{若 } P \text{ 不移动, 则 } \frac{V_1 - \Delta V}{C_1 T_1} < \frac{V_2 - \Delta V}{C_2 T_2}, \quad \text{故 } \frac{C_1 T_1}{V_1 - \Delta V} > \frac{C_2 T_2}{V_2 - \Delta V}$$

，则  $p_1 > p_2$ ，向右移动，C 正确 D 错误。

故选 AC

11. (1)非线性

(2)a

(3)130.0

(4)210.0

【详解】(1) 根据图 1 可知热敏电阻的阻值随温度的变化关系是非线性的。

(2) 根据图 1 可知温度升高，热敏电阻的阻值变小，根据欧姆定律可知流过电磁铁线圈的电流变大，衔铁与上固定触头  $b$  接触，此时加热电阻丝电路部分断开连接，停止加热，可知图 2 中加热电阻丝的  $c$  端应该与触头  $a$  相连接。

(3) 由图 3 可知电阻箱接入电路的阻值为  $100 \times 1\Omega + 10 \times 3\Omega = 130.0\Omega$

(4) 根据 (3) 可知，当温度为  $50^\circ\text{C}$  时，热敏电阻的阻值为  $180\Omega$ ，电阻箱接入的电阻为  $130\Omega$ ，当温度为  $100^\circ\text{C}$  时，热敏电阻的阻值为  $100\Omega$ ，要使得电流值  $I_0$  不变，则在电流为  $I_0$  时，控制电路的总电阻不变，则此时电阻箱的电阻为  $180\Omega + 130.0\Omega - 100\Omega = 210.0\Omega$

12. (1)④①⑥⑤

(2)1.79

(3) 通过 2g 19.0

$$(4) \quad \frac{2g-k}{2g} \quad 3.1$$

【详解】(1) 实验步骤为：将纸带下端固定在重锤上，穿过打点计时器的限位孔，用手捏住纸带上端，先接通电源，打点计时器开始打点，然后再释放纸带，关闭电源，取下纸带，在纸带上选取一段，用刻度尺测量该段内各点到起点的距离，记录分析数据，根据原理

$mgh = \frac{1}{2}mv^2$  可知质量可以约掉，不需要用电子天平称量重锤的质量。

故选择正确且正确排序为④①⑥⑤。

$$(2) \text{ 根据题意可知纸带上相邻计数点时间间隔 } T = \frac{1}{f} = 0.02\text{s}$$

根据匀变速直线运动中间时刻瞬时速度等于该过程平均速度可得  $v_B = \frac{h_{AC}}{2T}$

代入数据可得  $v_B \approx 1.79\text{m/s}$

$$(3) \text{ [1][2] 根据 } mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

整理可得  $v^2 = 2g \cdot h$

可知理论上，若机械能守恒，图中直线应通过原点，且斜率  $k = 2g$

$$\text{[3] 由图 3 得直线的斜率 } k = \frac{5.6-1.5}{0.295-0.08} \approx 19.0$$

$$(4) \text{ [1] 根据题意有 } \eta = \frac{mgh - \frac{1}{2}mv^2}{mgh} \times 100\%$$

$$\text{可得 } \eta = \frac{2g-k}{2g} \times 100\%$$

[2] 当地重力加速度大小取  $g = 9.80\text{m/s}^2$ ，代入数据可得  $\eta \approx 3.1\%$ 。

13. (1)  $5 \times 10^{-3}\text{m}$

(2)  $0.11\text{m}$

【详解】(1) 由题意可知含 A 细胞的液滴在电场中做类平抛运动，垂直于电极板方向则  $l = vt_1$

$$\text{沿电极板方向 } x_1 = \frac{1}{2}at_1^2$$

由牛顿第二定律  $qE = ma$

解得含 A 细胞的液滴离开电场时偏转的距离为  $x_1 = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

(2) 含 A 细胞的液滴离开电场后做匀速直线运动，则  $h = vt_2$

$$\text{则 } x_2 = at_1t_2$$

联立解得  $x_2 = 0.05\text{m}$

有对称性可知则 A、B 细胞收集管的间距  $\Delta x = 2(x_1 + x_2) = 2 \times (0.005 + 0.05)\text{m} = 0.11\text{m}$

14. (1) 24.5J

(2) 5s

【详解】(1) P、Q 与发生正碰，由动量守恒定律  $m_2 v_0 = m_2 v_Q + m_1 v$

由能量守恒定律  $\frac{1}{2} m_2 v_0^2 = \frac{1}{2} m_2 v_Q^2 + \frac{1}{2} m_1 v^2 + \Delta E$

联立可得  $v_Q = 3.5\text{m/s}$ ， $\Delta E = 24.5\text{J}$

(2) 对物块 P 受力分析由牛顿第二定律  $\mu m_1 g = m_1 a$

物块 P 在第一个防滑带上运动时，由运动学公式  $v^2 - v_{P1}^2 = 2al_2$ ， $v_{P1} = v - at_1$

解得  $v_{P1} = 5\text{m/s}$

则物块 P 在第一个防滑带上运动的时间为  $t_1 = 0.4\text{s}$

物块 P 在光滑的直道上做匀速直线运动，则  $l_1 = v_{P1} t_2$

解得  $t_2 = 0.6\text{s}$

物块 P 在第二个防滑带上运动时，由运动学公式  $v_{P1}^2 - v_{P2}^2 = 2al_2$ ， $v_{P2} = v_{P1} - at_3$

解得  $v_{P2} = 1\text{m/s}$

则物块 P 在第二个防滑带上运动的时间为  $t_3 = 0.8\text{s}$

物块 P 在光滑的直道上做匀速直线运动，则  $l_1 = v_{P2} t_4$

解得  $t_4 = 3\text{s}$

由以上条件可知，物块 P 最终停在第三个防滑带上，由运动学公式  $0 = v_{P2} - at_5$

可得物块 P 在第三个防滑带上运动的时间为  $t_5 = 0.2\text{s}$

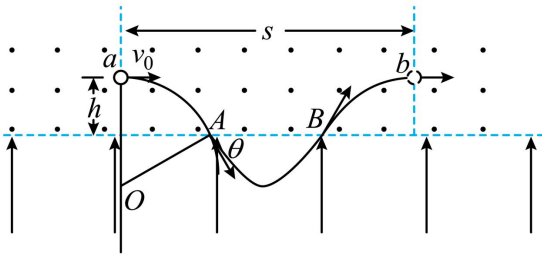
故物块 P 从开始运动到静止经历的时间为  $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 5\text{s}$

15. (1)  $\frac{mv_0}{2qh}$

$$(2) \frac{mv_0^2}{2qh}$$

$$(3) \frac{3\sqrt{3}}{6\sqrt{3}+8\pi}v_0$$

【详解】(1) 根据题意可知，画出粒子的运动轨迹，如图所示



由题意可知  $\theta = 60^\circ$

设粒子在磁场中做圆周运动的半径为  $r$ ，由几何关系有  $r = r \cos \theta + h$

解得  $r = 2h$

由牛顿第二定律有  $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$

解得  $B = \frac{mv_0}{2qh}$

(2) 根据题意，由对称性可知，粒子射出电场时，速度大小仍为  $v_0$ ，方向与水平虚线的夹角为  $60^\circ$ ，由几何关系可得  $AB = s - 2r \sin \theta = 3\sqrt{3}h - 2\sqrt{3}h = \sqrt{3}h$

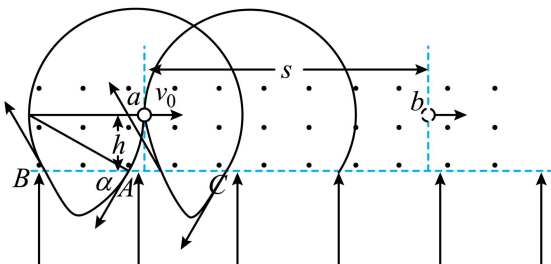
则粒子在电场中的运动时间为  $t = \frac{AB}{v_0 \cos \theta} = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0}$

沿电场方向上，由牛顿第二定律有  $qE = ma$

由运动学公式有  $-v_0 \sin \theta = v_0 \sin \theta - at$

联立解得  $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$

(3) 若粒子从  $a$  点以  $v_0$  竖直向下发射，画出粒子的运动轨迹，如图所示



由于粒子在磁场中运动的速度大小仍为  $v_0$ ，粒子在磁场中运动的半径仍为  $2h$ ，由几何关系可得，粒子进入电场时速度与虚线的夹角  $\alpha = 60^\circ$

结合小问 2 分析可知，粒子在电场中的运动时间为  $t_1 = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0}$

$AB$  间的距离为  $AB = \sqrt{3}h$

由几何关系可得  $BC = 2r \sin \alpha = 2\sqrt{3}h$

则  $AC = BC - AB = \sqrt{3}h$

粒子在磁场中的运动时间为  $t_2 = \frac{360^\circ - 2\alpha}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{8\pi h}{3v_0}$

则有  $t = t_1 + t_2 = \frac{(6\sqrt{3} + 8\pi)h}{3v_0}$

综上所述可知，粒子每隔时间  $t$  向右移动  $\sqrt{3}h$ ，则漂移速度大小  $v' = \frac{\sqrt{3}h}{t} = \frac{3\sqrt{3}}{6\sqrt{3} + 8\pi} v_0$