

2025 年普通高等学校招生全国统一考试（河南卷）

（适用地区：河南）

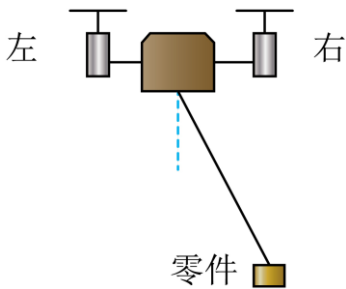
物 理

注意事项：

- 1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 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，将答案书写在答题卡上，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。

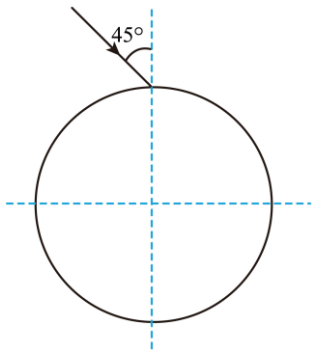
一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

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° ，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°
- B. 15°
- C. 30°
- D. 45°

3. 2024 年天文学家报道了他们新发现的一颗类地行星 Gliese12b，它绕其母恒星的运动可视为匀速圆周运动。已知 Gliese12b 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 Gliese12b 绕其母恒星的运动周

期约为 ()

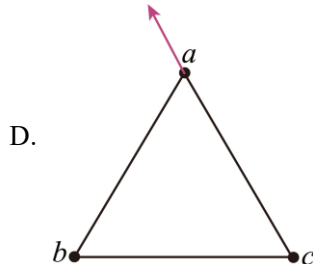
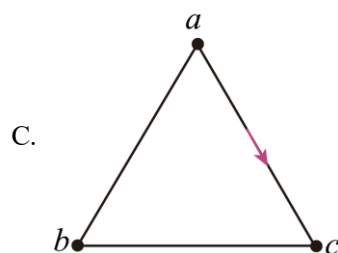
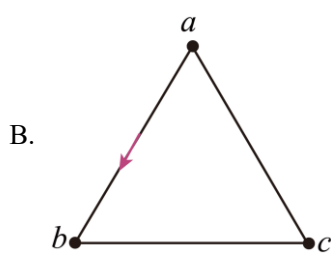
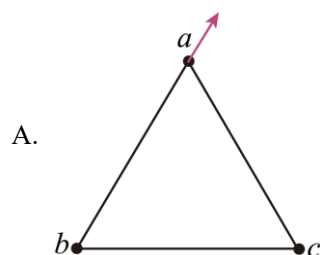
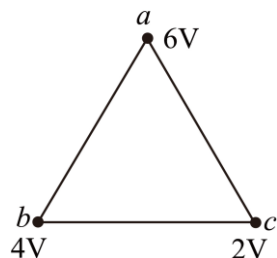
A. 13 天

B. 27 天

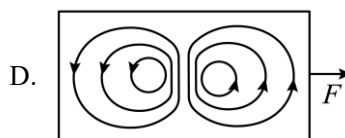
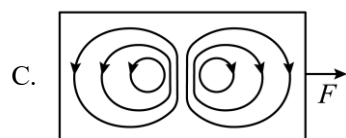
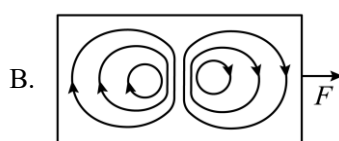
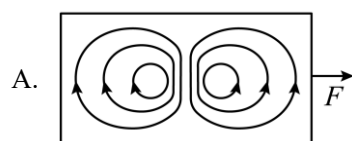
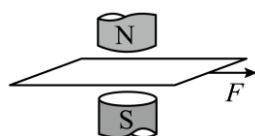
C. 64 天

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 ()



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 ()



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 ()

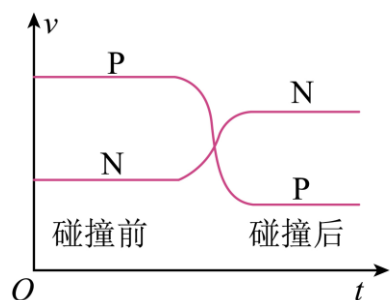


图1

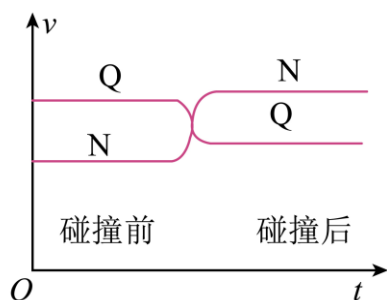


图2

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 ()

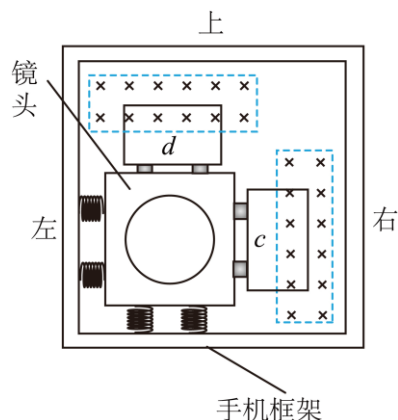
A. 在空气中传播时， A_5 音的波长大于 D_6 音的

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 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

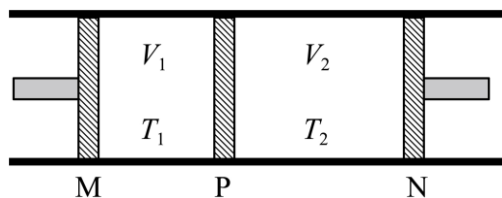
B. 若 I_d 沿顺时针方向, $I_c = 0$, 则表明 a 的方向向下

C. 若 a 的方向沿左偏上 30° , 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° , 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:

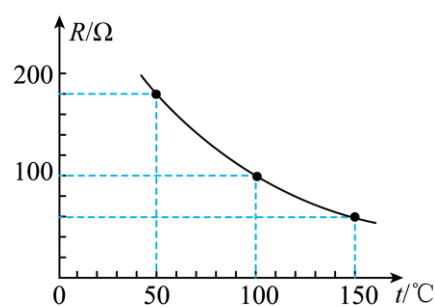


图1

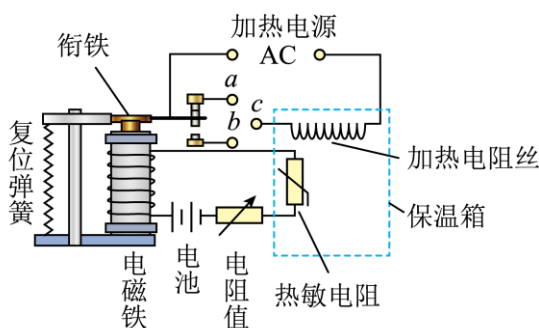


图2

(1) 图 1 中热敏电阻 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°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_____ Ω 。

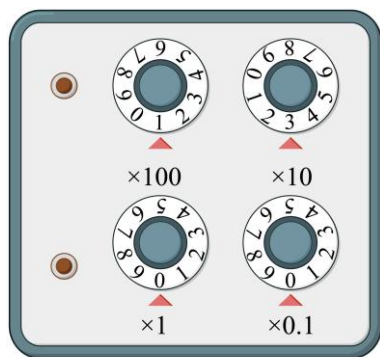


图3

(4) 若要把保温箱的温度设定在 100°C ，则电阻箱接入电路的阻值应为 _____ Ω 。

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。

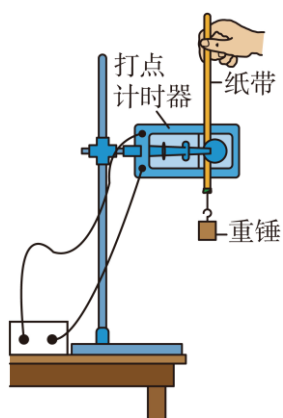


图1

(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 _____ m/s (保留 3 位有效数字)。

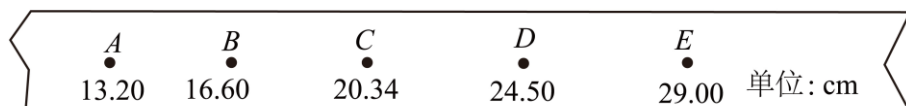


图2

(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)。

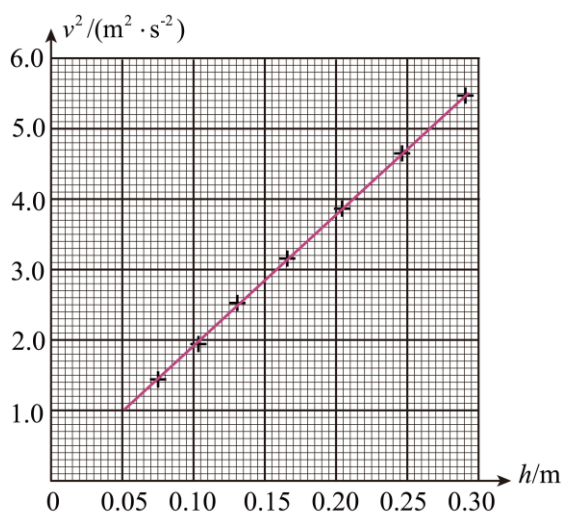


图3

(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 $\eta = \underline{\hspace{2cm}} \times 100\%$ (用字母 k 和 g 表示)；当地重力加速度大小取 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ ，则

$\eta = \underline{\hspace{2cm}} \%$ (保留 2 位有效数字)，若 $\eta < 6\%$ ，可认为在实验误差允许的范围内机械能守恒。

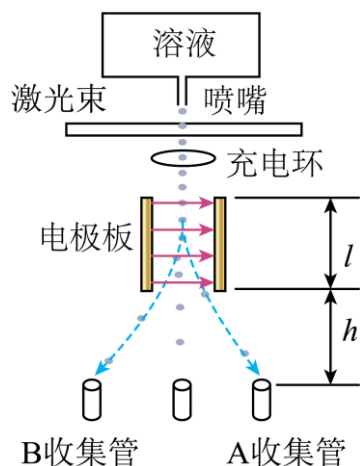
13. 流式细胞仪可对不同类型的细胞进行分类收集，其原理如图所示。仅含有一个 A 细胞或 B 细胞的小液滴从喷嘴喷出 (另有一些液滴不含细胞)，液滴质量均为 $m = 2.0 \times 10^{-10} \text{ kg}$ 。当液滴穿过激光束、充电环时被分类充

电，使含 A、B 细胞的液滴分别带上正、负电荷，电荷量均为 $q = 1.0 \times 10^{-13} \text{ C}$ 。随后，液滴以 $v = 2.0 \text{ m/s}$ 的

速度竖直进入长度为 $l = 2.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的电极板间，板间电场均匀、方向水平向右，电场强度大小为

$E = 2.0 \times 10^5 \text{ N/C}$ 。含细胞的液滴最终被分别收集在极板下方 $h = 0.1 \text{ m}$ 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：



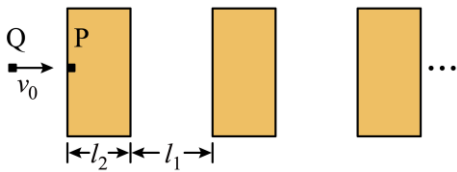
(1) 含 A 细胞的液滴离开电场时偏转的距离；

(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 $l_1 = 3 \text{ m}$ 铺设有宽度为 $l_2 = 2.4 \text{ m}$ 的防滑带。在最左端防滑带的左边缘

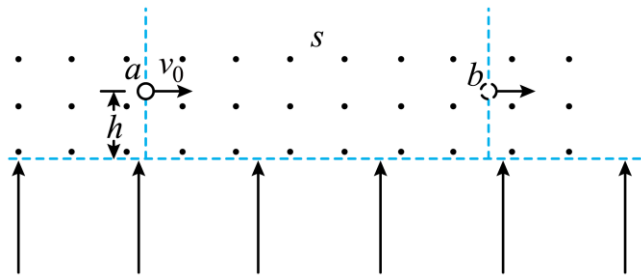
静止有质量为 $m_1 = 2 \text{ kg}$ 的小物块 P，另一质量为 $m_2 = 4 \text{ kg}$ 的小物块 Q 以 $v_0 = 7 \text{ m/s}$ 的速度向右运动并与 P 发

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° ，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 位移与周期的比值为漂移速度）

参考答案

1.

【答案】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；

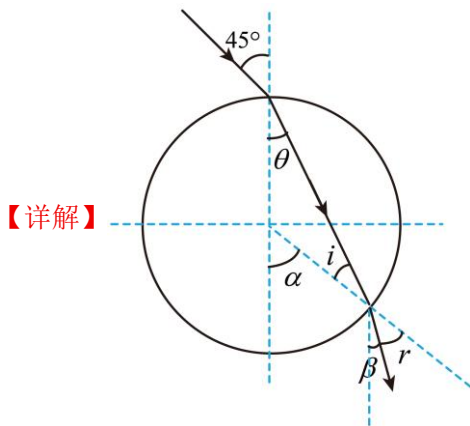
AB. 对零件受力分析，受重力和绳子的拉力，由于零件沿水平方向做直线运动，可知合外力沿水平方向，提供水平方向的加速度。零件水平向左做匀加速直线运动，AB 错误；

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.

【答案】B



设光线射入圆柱体时的折射角为 θ ，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.

【答案】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 $\frac{T^2}{T_0^2} = \frac{r^3 M_0}{r_0^3 M}$

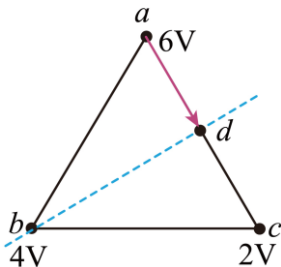
代入数据得 $T = \frac{1}{28}T_0 \approx 13\text{天}$

故选 A。

4.

【答案】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.

【答案】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.

【答案】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.

【答案】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.

【答案】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.

【答案】BC

【详解】A. I_c 顺时针而 $I_d = 0$ ，则 c 线圈受到向右的安培力，故手机的加速度是向左，使镜头处于零加速度状态，A 错误；

B. I_d 顺时针而 $I_c = 0$ ，则 d 线圈受到向上的安培力，镜头处于零加速度状态，则手机加速度方向向下，B 正确；

C. 若 a 方向左偏上 30° ，说明手机框架给镜头向上以及向左的作用力，要使得镜头处于零加速度状态，线圈 c 需要受到向右的安培力 F_c 、线圈 d 需要受到向下的安培力 F_d ，且 $F_c > F_d$ ，故可知 I_c 顺时针 I_d 逆时针，由 $F = BIl$ 可知 $I_c > I_d$ ，C 正确；

D. 若 a 的方向右偏上 30° ，说明手机框架给镜头向上以及向右的作用力，且向右的分力大于向上的分力要使得镜头处于零加速度状态，线圈 c 需要受到向左的安培力 F_c 、线圈 d 需要受到向下的安培力 F_d ，且 $F_c > F_d$ ，可知 I_c 逆时针 I_d 逆时针，且 $I_c > I_d$ ，D 错误。

故选 BC。

10.

【答案】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，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 距离时

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

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

，则 $p_1 > p_2$ ，向右移动，C 正确 D 错误。

故选 AC

11.

【答案】(1) 非线性 (2) a

(3) 130.0 (4) 210.0

【解析】

【小问 1 详解】

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。

【小问 2 详解】

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，衔铁与下固定触头 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。

【小问 3 详解】

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

【小问 4 详解】

根据 (3) 可知，当温度为 50°C 时，热敏电阻的阻值为 180Ω ，电阻箱接入的电阻为 130Ω ，当温度为 100°C 时，热敏电阻的阻值为 100Ω ，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.

【答案】 (1) ④①⑥⑤

(2) 1.79 (3) ①. 通过 ②. $2g$ ③. 18.6

(4) ①. $\frac{2g-k}{2g}$ ②. 5.1

【解析】**【小问 1 详解】**

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 ④①⑥⑤。

【小问 2 详解】

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 $v_B \approx 1.79\text{m/s}$

【小问 3 详解】

[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 $k = 2g$

[3] 由图 3 得直线的斜率 $k = \frac{5.0-1.0}{0.265-0.05} \approx 18.6$

【小问 4 详解】

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

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 $\eta \approx 5.1\%$ 。

13.

【答案】(1) $5 \times 10^{-3}\text{m}$

(2) 0.11m

【解析】

【小问 1 详解】

由题意可知含 A 细胞的液滴在电场中做类平抛运动，垂直于电场方向则 $l = vt_1$

沿电场方向 $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2$

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 $x_1 = 5 \times 10^{-3}\text{m}$

【小问 2 详解】

含 A 细胞的液滴离开电场后做匀速直线运动，则 $h = vt_2$

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.

【答案】(1) 24.5J

(2) 5s

【解析】

【小问 1 详解】

P、Q 与发生正碰，由动量守恒定律 $m_2v_0 = m_2v_Q + m_1v$

由能量守恒定律 $\frac{1}{2}m_2v_0^2 = \frac{1}{2}m_2v_Q^2 + \frac{1}{2}m_1v^2 + \Delta E$

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

【小问 2 详解】

对物块 P 受力分析由牛顿第二定律 $\mu m_1g = m_1a$

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.

【答案】(1) $\frac{mv_0}{2qh}$

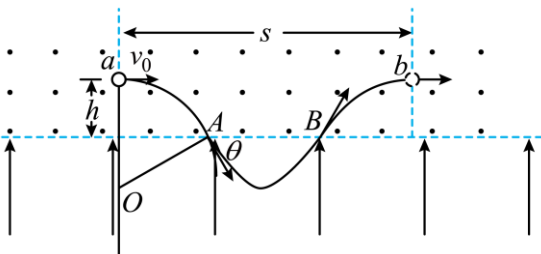
(2) $\frac{mv_0^2}{2qh}$

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

【解析】

【小问 1 详解】

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 $B = \frac{mv_0}{2qh}$

【小问 2 详解】

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° ，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 $t = \frac{AB}{v_0 \cos \theta} = \frac{2\sqrt{3}h}{v_0}$

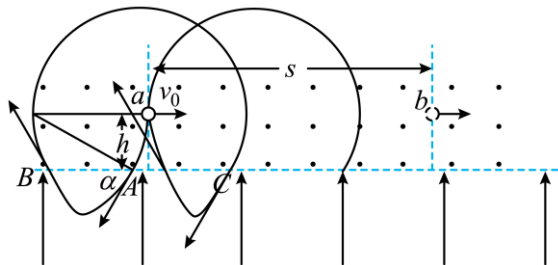
沿电场方向上，由牛顿第二定律有 $qE = ma$

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

联立解得 $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$

【小问 3 详解】

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 $v' = \frac{\sqrt{3}h}{t} = \frac{3\sqrt{3}}{6\sqrt{3}+8\pi}v_0$