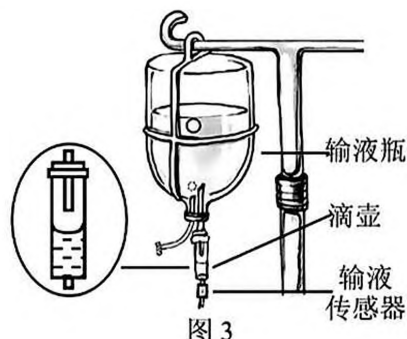


二、输液（共 16 分）

输液时可用一种电容式输液传感器夹在滴壶下的输液管上，它可以自动检测输液管中药液的有无，如图 3 所示。



4. (2 分) 滴壶中的药液面呈“凹液面”，这是液体的 _____ 现象。

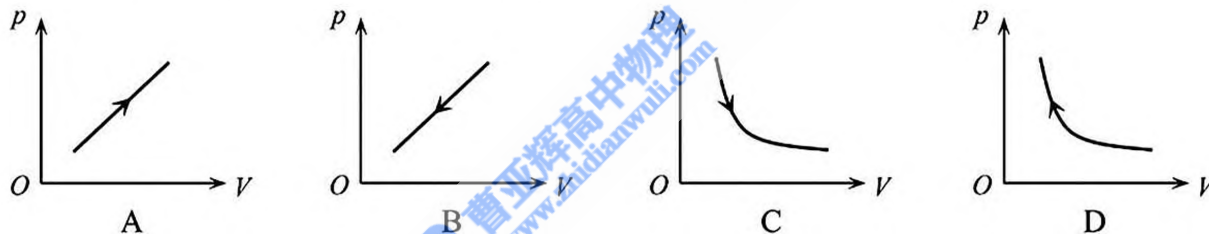
- A. 浸润 B. 不浸润

5. (3 分) 在药液减少的过程中，输液瓶对输液架的作用力为 F_1 ，输液架对地面的作用力为 F_2 ，地面对输液架的作用力为 F_3 ，则作用力大小关系始终成立的是 _____。

- A. $F_1 = F_2$ B. $F_1 > F_2$ C. $F_2 = F_3$
D. $F_2 < F_3$ E. $F_1 = F_3$

6. 输液过程中，空气从空心管进入瓶中形成小气泡并逐渐上升。假设瓶内温度保持不变。

(1) (2 分) 小气泡在上升过程中，其符合的 p - V 图是 _____。



(2) (3 分) 在小气泡上升的过程中， _____。

- A. 外界对气泡做功，气泡放热 B. 气泡对外界做功，同时放热
C. 外界对气泡做功，气泡吸热 D. 气泡对外界做功，同时吸热

7. 输液传感器内部的测量电路如图 4 (a) 所示。A、B 间电压恒为 U_0 ， R 为定值电阻，可控开关 S 不断在 1、2 之间自动切换。随着系统监测每次充电过程中电路中的电流随时间的变化曲线可自动判断是否有药液。有药液时，输液传感器的电容值大。图 4 (b) 为甲、乙两次监测的结果。

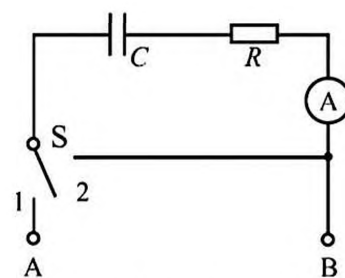


图 4 (a)

(1) (3 分) 两次监测结果中，没有药液的是 _____。

- A. 甲 B. 乙

(2) (3 分) 在 $0 \sim t_1$ 时间内，两次监测下电容器 C 两端的电压变化量分别为 $\Delta U_{\text{甲}}$ 和 $\Delta U_{\text{乙}}$ ，则 _____。

- A. $|\Delta U_{\text{甲}}| = |\Delta U_{\text{乙}}|$
B. $|\Delta U_{\text{甲}}| > |\Delta U_{\text{乙}}|$
C. $|\Delta U_{\text{甲}}| < |\Delta U_{\text{乙}}|$

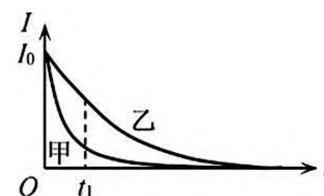


图 4 (b)

三、算盘（共 13 分）

算盘是中国古代一直沿用至今的计数工具，它由若干根杆和算珠组成。

如图 5 所示，桌面上水平放置一个算盘。算珠可穿在固定的杆上滑动，算珠与杆之间的动摩擦因数为 0.1。发现某一根杆上有 A、B 两颗算珠未在归零位。现将算珠 A 拨出，离手时 $v_{A0}=0.4 \text{ m/s}$ ，A、B 相隔 $S_1=3.5 \text{ cm}$ ，B 与上边框相隔 $S_2=2 \text{ cm}$ 。每颗算珠质量为 10 g ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 。

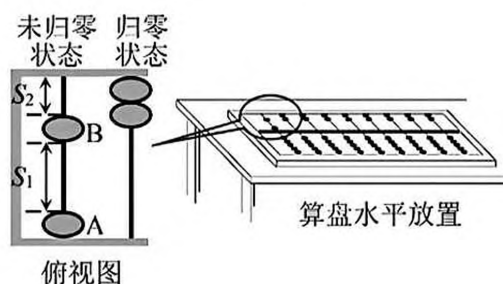
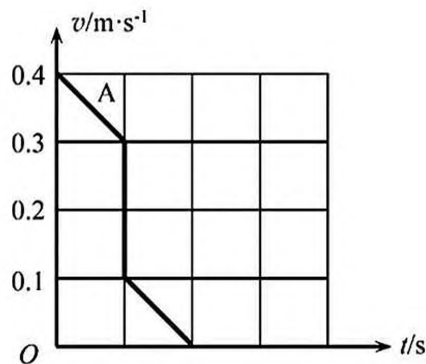


图 5

8. (2 分) A 被拨出后在碰到 B 之前，其加速度大小 $a= \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。

9. A、B 在碰撞前后的 $v-t$ 图像如图 6 所示。(A、B 碰撞的时间极短)。

(1) (3 分) (计算) 碰撞过程中 A 受到的合外力冲量 I 。



(2) (5 分) (简答) 通过计算、分析，说明 A 与 B 的碰撞是否为完全弹性碰撞。

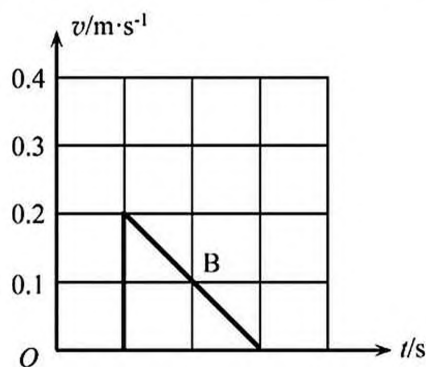


图 6

(3) (3 分) 若要使 A、B 都回到自己的归零位，在拨出 A 时需要 A 做的功 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

- A. 等于 $2 \times 10^{-4} \text{ J}$
- B. 介于 $2 \times 10^{-4} \text{ J}$ 与 $7.5 \times 10^{-4} \text{ J}$ 之间
- C. 等于 $7.5 \times 10^{-4} \text{ J}$
- D. 大于 $7.5 \times 10^{-4} \text{ J}$

四、电子的发现（共 14 分）

J.J.汤姆孙利用图 7 所示的静电偏转管成功为阴极射线中带负电的粒子“验明正身”。

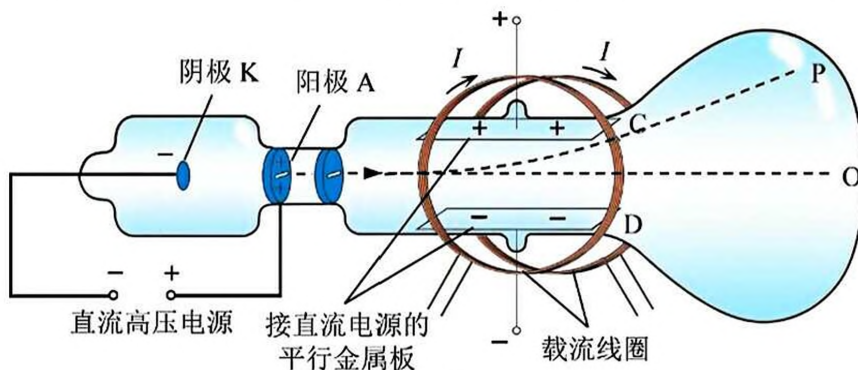
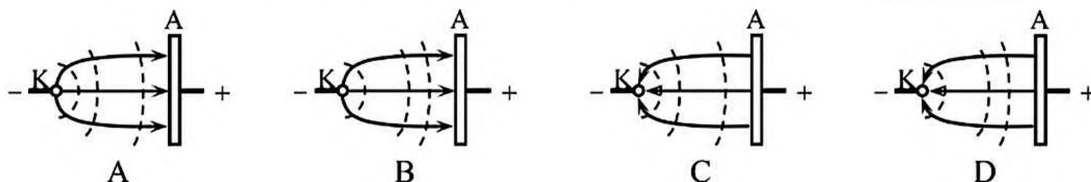


图 7

10. 对于图 7 中的阴极 K 和阳极 A（阴极 K 相对于阳极 A 很小）。

(1) (3 分) K、A 两极之间的电场线与等差等势面分布正确的是_____。



(2) (3 分) 一个带负电粒子从阴极 K 开始仅受电场力的作用由静止运动到阳极 A。若粒子在电场中的动能为 E_k ，电势能为 E_p ，则_____。

- A. E_k 一直变大； E_p 一直变大 B. E_k 一直变大； E_p 一直变小
C. E_k 一直变小； E_p 一直变大 D. E_k 一直变小； E_p 一直变小

11. 在管外于 C、D 极板前后装有一对平行载流线圈，电流方向如图所示。

(1) (3 分) 这对载流线圈产生的磁场方向为_____。



(2) (2 分) 线圈产生一个与 C、D 间匀强电场及粒子束运动方向均垂直的匀强磁场。

调节载流线圈中的电流，可使粒子匀速通过 C、D 并射至荧光屏上 O 处。测得 C、D 两板间的电势差为 U ，间距为 d ，磁感应强度为 B 。通过以上物理量可求得粒子速度 $v =$ _____。

12. (3 分) 保持 C、D 间 U 、 d 不变，撤去磁场，带负电粒子能以初速度 v_0 经偏转电场至荧光屏的 P 处。C、D 的水平长度为 L ，测得 O、P 两处的粒子直线径迹间的夹角为 θ ，

可求得该粒子的比荷 $\frac{q}{m}$ 为_____。

- A. $\frac{dv_0^2}{UL} \cot\theta$ B. $\frac{dv_0^2}{2UL} \cot\theta$ C. $\frac{dv_0^2}{2UL} \tan\theta$ D. $\frac{dv_0^2}{UL} \tan\theta$

(4) (4分) 若线圈产生的正弦交流电动势随时间变化的 $e-t$ 图像按如图 12 所示呈规律性变化, 其中第一个周期内线圈产生的电能为 W_0 。经过足够长的时间 A、B 输出的总电能为 $0.8W_0$ 。则整个过程中线圈的效率为_____。

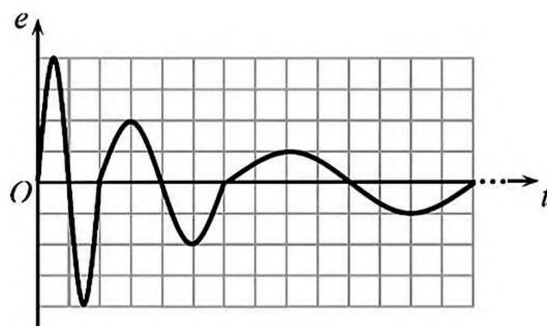


图 12

- A. 80.0% B. 64.0%
C. 40.0% D. 26.7%

六、研究性学习 (共 23 分)

在进行研究性学习时, 某学生小组针对教材中的“史特恩装置”做了深入的了解, 并产生了新的构思。

15. 测量粒子速率分布的装置如图 13 所示, 圆筒绕其中心轴匀速转动, 侧面 N 处开有狭缝, 内侧贴有特制的薄膜, M 为正对 N 的位置。黑盒中原子核经过核反应后放出某种粒子进入狭缝, 在圆筒转动的半个周期内相继到达薄膜上并留下印记。

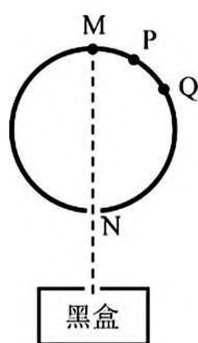


图 13

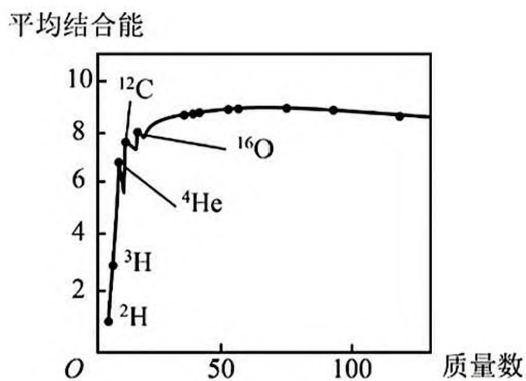


图 14

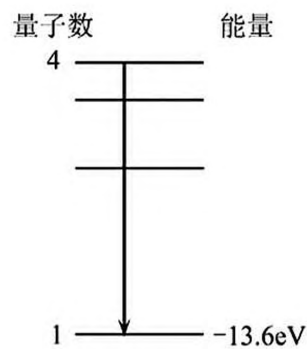


图 15

(1) (2分) 若黑盒中的核反应方程为: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{X}$, 其中 X 为_____。

- A. 中子 B. 电子 C. 质子 D. α 粒子

(2) (4分) (多选) 根据图 14 所示的原子核平均结合能图像, 相对于 ${}^4_2\text{He}$ 核, 原子核更加不稳定的是_____。

- A. ${}^2\text{H}$ B. ${}^3\text{H}$ C. ${}^{12}\text{C}$ D. ${}^{16}\text{O}$

(3) (3分) 若氢原子的核外电子发生图 15 的跃迁, 会_____。

- A. 吸收 0.85eV 光子 B. 放出 0.85eV 光子

C. 吸收 12.75eV 光子

D. 放出 12.75eV 光子

(4) (3分) 实验完成后, 展开的薄膜如图 16 所示, MP、PQ 间距相等。位于 MP 区间的分子占比百分率为 p_1 , 位于 PQ 区间的分子占比百分率为 p_2 , 则_____。

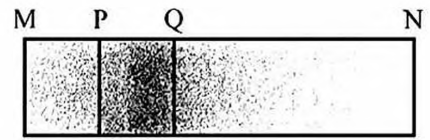


图 16

A. $p_1 > p_2$

B. $p_1 = p_2$

C. $p_1 < p_2$

16. 该小组想到可以改良史特恩装置, 测量负离子的速率。

如图 17 所示, 假设圆筒的半径为 R , 外部围着带有传感器的荧光屏, 整个装置仅圆筒可以转动。垂直于圆筒横截面有图示方向的匀强磁场, 磁感应强度为 B 。当电荷量为 q 、质量为 m 的负离子束以某一恒定的初速持续发射并从狭缝 N 处沿圆筒直径射入磁场。在圆筒转动的半个周期内, 从圆筒狭缝处射出打到荧光屏上。

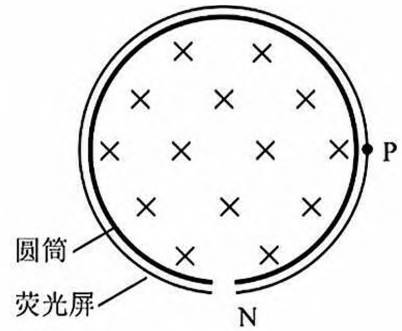


图 17

(1) (2分) 若负离子打在荧光屏上的 P 点, 说明圆筒的转动方向为_____。

A. 顺时针

B. 逆时针

(2) (4分) (计算) 传感器测出荧光点 P 与缝隙 N 之间的弧长为 $0.5\pi R$, 求负离子入射初速度 v_0 的大小。(结果用字母 “ B 、 R 、 q 、 m ” 表示)。

(3) 在 (2) 的基础上, 某同学思考: 当负离子以某一初速射入狭缝后, 若传感器感知到了荧光屏上的光点, 则可以根据光点距 N 点弧长 l 来反映入射离子的速度大小。该同学初步制作了一个 “ $v-l$ ” 刻度表, 标记长度为 l_0 时刻度所对应的负离子初速为 v_0 。

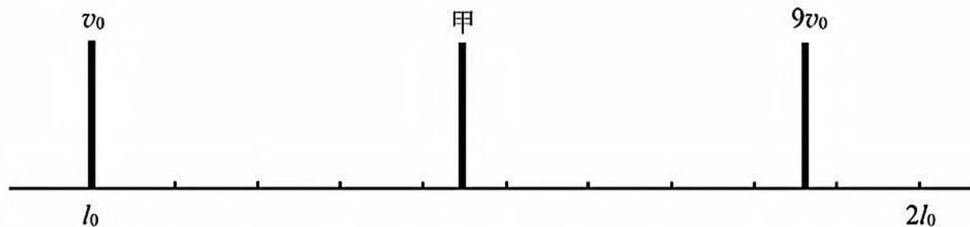
① (2分) 刻度 “甲” 所对应的速度_____。

A. $>5v_0$

B. $=5v_0$

C. $<5v_0$

② (2分) 在下边的刻度表上画出 $7v_0$ 所在的大致位置。



③ (1分) 请任意挑选一个角度评价该小组的构思。

参考答案

一、大气探测 (共 17 分)

1. C 2. (1) A (2) B (3) 1×10^{-14} , 7.5×10^{-15} 3. AD

二、输液 (共 16 分)

4. A 5. C 6. (1) C (2) D 7. (1) A (2) B

三、算盘 (共 13 分)

8. 1

9. (1) 根据动量定理: $I = m \cdot \Delta v = 0.01 \times (0.1 - 0.3) = -2 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}$ (3 分)

(2) 不是。(1 分)

碰撞前后: $\Delta p_A + \Delta p_B = m(\Delta v_A + \Delta v_B) = 0.01 \times [(0.1 - 0.3) + 0.2] = 0$ (1 分)

所以系统动量守恒 (1 分)

碰撞前后: $\Delta E = E_k - E_{k0} = (\frac{1}{2}mv_{A2} + \frac{1}{2}mv_{B2}) - \frac{1}{2}mv_{A0}^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.01 \times (0.1^2 + 0.2^2) - \frac{1}{2} \times 0.01 \times 0.3^2 = -2 \times 10^{-4} \text{ J} \quad (1 \text{ 分})$$

所以能量不守恒 (1 分)

(3) D

四、电子的发现 (共 14 分)

10. (1) C (2) B 11. (1) B (2) $\frac{U}{dB}$ 12. D

五、感应发电 (共 17 分)

13. $\frac{\Phi_0}{R}$, $\frac{2\Phi_0}{Rl}$ 14. (1) A (2) C (3) B (4) C

六、研究性学习 (共 23 分)

15. (1) A (2) AB (3) D (4) C

16. (1) B

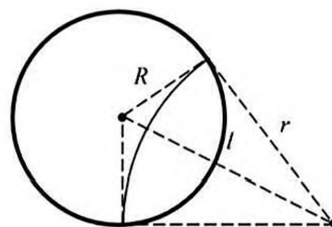
(2) 由于弧长为 $0.5\pi R$, 所以洛伦兹力半径 $r = R$ 。(1 分)

根据洛伦兹力提供向心力: $qv_0B = m\frac{v_0^2}{R}$ (1 分)

所以, $v_0 = qBR/m$ (2 分)

(3) ① C ② 见下图

思路: $\frac{r}{R} = \tan(\frac{l}{2R})$, 且 $r = \frac{mv}{qB}$



所以 $\frac{mv}{qBR} = \tan(\frac{l}{2R})$, $l = 2R \cdot \arctan(\frac{mv}{qBR})$

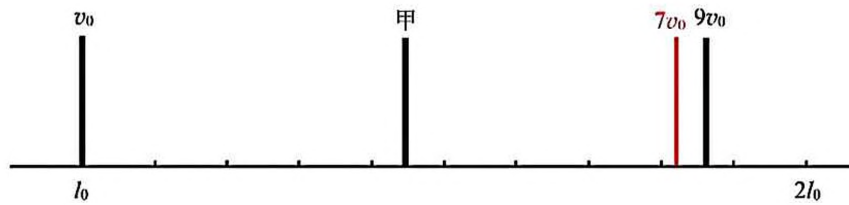
其中, $l_0 = 2R \cdot \arctan(\frac{mv_0}{qBR})$,

且由 (2) 可知, $\frac{mv_0}{qBR} = 1$, $l_0 = 0.5\pi R \approx 1.571R$

取 $n = v/v_0$, 则 $l = 2R \arctan(n)$

对应的 v 、 l 定标如下:

v	v_0	$2v_0$	$3v_0$	$4v_0$	$5v_0$	$6v_0$	$7v_0$	$8v_0$	$9v_0$
$n=v/v_0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l	1.571R	2.214R	2.498R	2.652R	2.747R	2.811R	2.858R	2.893R	2.920R
l/l_0	1	1.41	1.59	1.69	1.75	1.79	1.82	1.84	1.86



③ 答案不唯一, 可以从正反两面去评价, 言之成理即可。以下给出几条参考答案。

肯定的评价:

- 1、这个装置的确能测出带电粒子做曲线运动的速度;
- 2、该小组通过转换法, 巧妙地将测量带电粒子做曲线运动的速度转换成测量弧长。

.....

批判的评价:

- 1、这个测速装置弧长刻度和速度非线性关系, 对刻度间的读数估读造成影响;
- 2、这个装置由于刻度不均匀, 导致有一段速度区间的测量值误差很大。

.....