

江苏省镇江第一中学 2021 级高三阶段学情检测

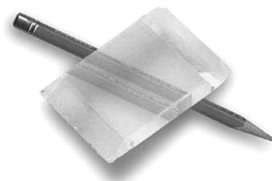
物理

命题人

一、单项选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1. 如图是方解石形成的双折射现象实验的照片。下列关于方解石的说法正确的是()

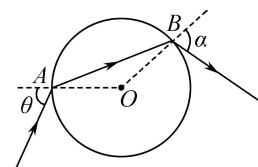
- A. 是非晶体
- B. 具有固定的熔点
- C. 所有的物理性质都是各向异性
- D. 是由许多单晶体杂乱无章排列组成的



1. B 解析：光在晶体中的双折射现象就是光学各向异性的表现，所以图中方解石的双折射现象说明方解石是单晶体，具有固定的熔点，故 A 错误，B 正确；单晶体具有规则的几何形状、各向异性和一定的熔点等性质，由于单晶体在不同方向上物质微粒的排列情况不同，即为各向异性，则单晶体具有各向异性，但并非所有的物理性质都是各向异性，故 C、D 错误。故选 B。

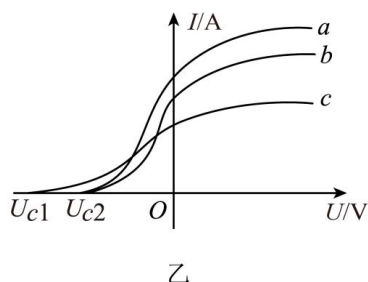
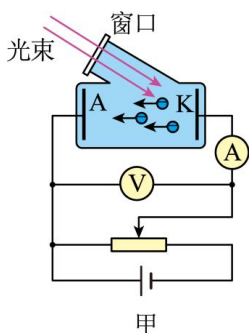
2. 某种透明玻璃圆柱体横截面如图所示，O 点为圆心，一束单色光从 A 点射入，经 B 点射出圆柱体。下列说法正确的是()

- A. 光线进入玻璃后频率变大
- B. 若 θ 增大， α 可能变小
- C. 若 θ 增大，光线在圆柱体内可能会发生全反射
- D. 若 θ 增大，光线由 A 点至第一次射出的时间变短



2. D 解析：光在不同介质中传播时频率不变，故 A 错误；由几何知识可得，光线在 A 点的折射角等于它在 B 点的入射角，根据光路的可逆性，A 点的入射角 θ 等于它在 B 点的折射角 α ，由于入射角不可能为 90° ，所以光线在 A 点的折射角不可能为临界角 C，B 点的入射角也不可能为 C，光线在圆柱体内不可能发生全反射，故 B、C 错误；若 θ 增大，光线在 A 点的折射角增大，根据几何知识可得，光线在玻璃内传播的路程减小，则光线由 A 点至第一次射出的时间变短，故 D 正确。故选 D。

3. 如图所示，甲图为演示光电效应的实验装置；乙图为 a、b、c 三种光照射下得到的三条电流表与电压表读数之间的关系曲线；丙图为氢原子的能级图。下列说法正确的是()



n	E_n/eV
∞	0
5	-0.54
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.40
1	-13.6

- A. 同一介质中 a 光的波长小于 c 光
- B. 若 b 光为可见光，则 a 光可能是紫外线
- C. 若 b 光光子能量为 2.86eV ，用它直接照射大量处于 $n=2$ 激发态的氢原子，可以产生 6 种不同频率的光
- D. 若 b 光光子是由处于 $n=3$ 激发态的氢原子向 $n=2$ 跃迁产生的，则 a 光光子也是由处于 $n=3$ 激发态的氢原子向 $n=2$ 跃迁产生的

3.D 解析：A. 根据光电效应方程

$$E_k = h\nu - W_0$$

而由动能定理有

$$eU_c = E_k = h\nu - W_0$$

由图乙可知 a 光对应的遏止电压小于 c 光对应的遏止电压，则可知 a 光的频率小于 c 光的频率，根据

$$c = \lambda\nu$$

可知， a 光的波长大于 c 光的波长，故 A 错误；

B. 由于 a 光对应的遏止电压等于 b 光对应的遏止电压，则可知两种光的频率相同，若 b 光为可见光，则 a 光也一定是可见光，故 B 错误；

C. 若 b 光光子能量为 2.86eV ，用它直接照射大量处于 $n=2$ 激发态的氢原子，由氢原子吸收 b 光光子的能量值为

$$E = E_2 + E_b = -3.40\text{eV} + 2.86\text{eV} = -0.54\text{eV}$$

可知氢原子将跃迁至 $n=5$ 能级，而根据辐射光子的种数

$$C_5^2 = 10$$

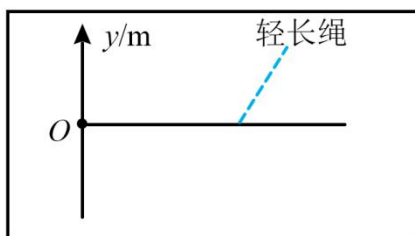
可知，氢原子从第 5 能级向基态跃迁的过程中将产生 10 种不同频率的光，故 C 错误；

D. 由于 a 光的频率等于 b 光的频率，若 b 光光子是由处于 $n=3$ 激发态的氢原子向 $n=2$ 跃迁产生的，则 a 光光子也是由处于 $n=3$ 激发态的氢原子向 $n=2$ 跃迁产生的，故 D 正确。

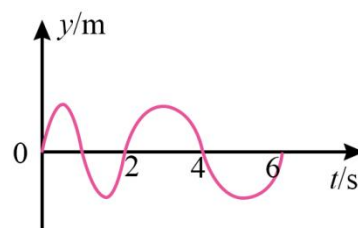
故选 D。

4. 一条轻长绳放置在水平桌面上，俯视图如图甲所示，用手握住长绳的一端 O ，从 $t=0$ 时刻开始用手带动 O 点沿垂直绳的方向（图甲中 y 轴方向）在水平面内做简谐运动， $0 \sim 6\text{s}$ 内 O 点的振动图像如图乙所示。

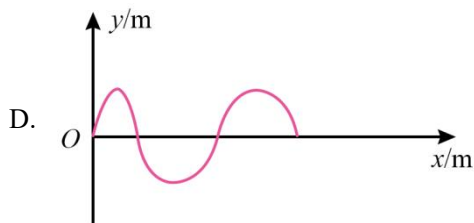
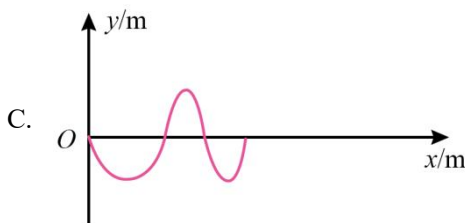
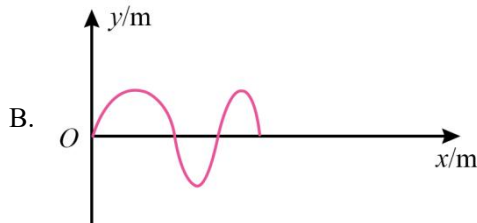
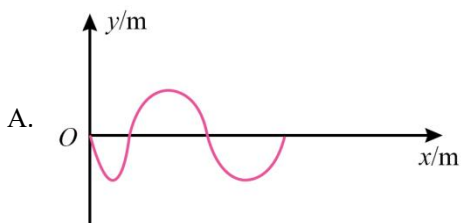
$t=4\text{s}$ 时轻长绳上的波形图可能正确的是（ ）



甲



乙



4.B

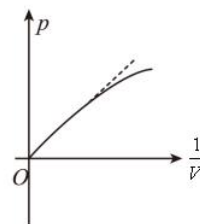
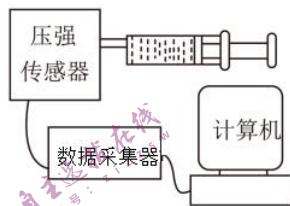
解析：由图乙可知波形图对应的质点起振方向沿 y 轴正方向，且开始时的周期较小，则对应的波形图开始时波长较小。

故选 B。

5. “用 DIS 研究在温度不变时，一定质量气体压强与体积关系”的实验装置如图所示。小张同学某次实验中作出的 $p-\frac{1}{V}$ 图线如图所示，关于图线弯曲的可能原因，

下列说法错误的是 ()

- A. 压强传感器与注射器的连接处漏气
- B. 未在注射器活塞上涂润滑油
- C. 未考虑注射器与压强传感器连接部位的气体体积
- D. 实验过程中用手握住了注射器前端



5. D

【详解】ABC. 当 $\frac{1}{V}$ 增大时， V 减小， p 增加的程度不是线性关系，当斜率减小，压强增加程度减小，导致这一现象的原因是注射器存在漏气现象，为在注射器活塞上涂润滑油会导致漏气，当压强增加后，连接部分的气体体积也减小，但连接部分体积未变，则注射器中一小部分气体进入连接部分，也相当于注射器漏气，故 ABC 正确，不符合题意；

D. 实验过程中用手握住注射器前端，会导致注射器中气体温度升高，则图像的斜率会增大，故 D 错误，符合题意。

故选 D。

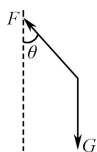
6. 一地铁在水平直轨道上运动，某同学为了研究该地铁的运动情况，他用细线将一支圆珠笔悬挂在地铁的竖直扶手上，地铁运行时用手机拍摄了如图所示的照片，拍摄方向跟地铁前进方向垂直，细线相对竖直扶手偏东。以下是该同学根据照片进行的分析，其中正确的是 ()

- A. 地铁一定向西加速运动
- B. 地铁可能向东加速运动
- C. 细线中拉力大小与地铁加速度大小无关



D. 若用刻度尺测量细线的长度和圆珠笔到竖直扶手的距离，可以估算此时地铁的加速度

6. D 解析：根据题意，对笔进行受力分析，如图所示



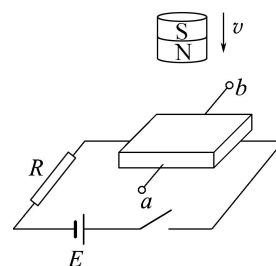
竖直方向上，由平衡条件有 $F \cos \theta = G$ ，水平方向上，由牛顿第二定律有 $F \sin \theta = ma$ ，解得 $F = \frac{G}{\cos \theta}$ ，

$a = g \tan \theta$ ，加速度方向水平向西，则地铁可能做向西的加速运动和向东的减速运动，地铁的加速度变化，细线与竖直方向的夹角变化，细线的拉力变化，则细线中拉力大小与地铁加速度大小有关，故 A、B、C 错误；若用刻度尺测量细线的长度为 L 和圆珠笔到竖直扶手的距离为 d ，则有 $\tan \theta = \frac{d}{\sqrt{L^2 - d^2}}$ ，可以估算

此时地铁的加速度，故 D 正确。故选 D。

7. 笔记本电脑盖上屏幕，屏幕盖板上的磁铁和主板机壳上“霍尔传感器”配合，使屏幕进入休眠模式，其工作原理如图所示。当电脑盖上屏幕时，相当于屏幕边缘的磁极靠近霍尔元件，已知该霍尔元件载流子为电子。下列说法正确的是()

- A. 盖上盖板， a 端带正电 B. 打开盖板， a 端带正电
C. 盖上屏幕过程中， a 、 b 间电势差逐渐增大 D. 盖上屏幕过程中， a 、 b 间电势差不变

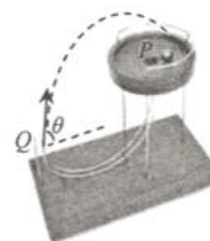


7. C 解析：无论盖上盖板还是打开盖板，霍尔元件磁场方向均向下，电流方向向左，根据左手定则可得，载流子受力方向指向 a ，因此 a 端带负电，A、B 错误；盖上屏幕过程中，由电子最终洛伦兹力与电场力受力平衡可得 $e \frac{U}{d} = evB$ ，解

得 $U = Bvd$ ，根据电流的微观表达式 $I = nevS$ ，可得 $U = \frac{BI d}{neS}$ ，所以磁感应强度变大，霍尔电压增大， a 、 b 间电势差逐渐增大，C 正确，D 错误。故选 C。

8. 网上热卖的一款“钢球永动机”如图所示。小球从平台中心小孔 P 由静止下落，经小孔下方快速旋转的传动轮加速后，由 Q 点抛出并落回平台，每次轨迹如图中虚线所示。则()

- A. 该“钢球永动机”不违背能量守恒定律
B. 小球在空中上升过程中，处于超重状态
C. 小球在空中上升过程中，速度变化的方向竖直向上
D. 小球在空中上升过程中，克服重力做功的功率恒定



8. A

【详解】A. 钢球运动中因摩擦力、空气阻力造成的机械能损失，由小孔下方快速旋转的传动轮补充，该“钢球永动机”不违背能量守恒定律，故 A 正确；

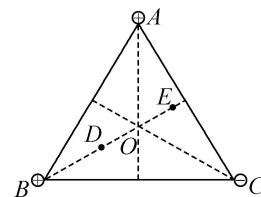
B. 小球在空中上升过程中，加速度向下，处于失重状态，故 B 错误；

C. 小球在空中上升过程中，由 $\Delta v = at$ ，可知速度变化的方向与加速度方向相同，加速度方向向下，故 C 错误；

D. 小球在空中上升过程中，重力做功的功率 $P = mgv_y$

由于竖直方向上速度大小变化，所以克服重力做功的功率不恒定，故 D 错误。故选 A。

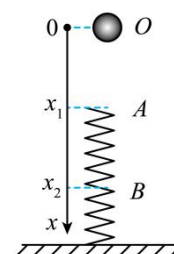
9. 如图所示, A 、 B 、 C 为正三角形的三个顶点, A 、 B 两点固定电荷量为 $+q$ 的点电荷, C 点固定电荷量为 $-q$ 的点电荷, O 为三角形的中心,



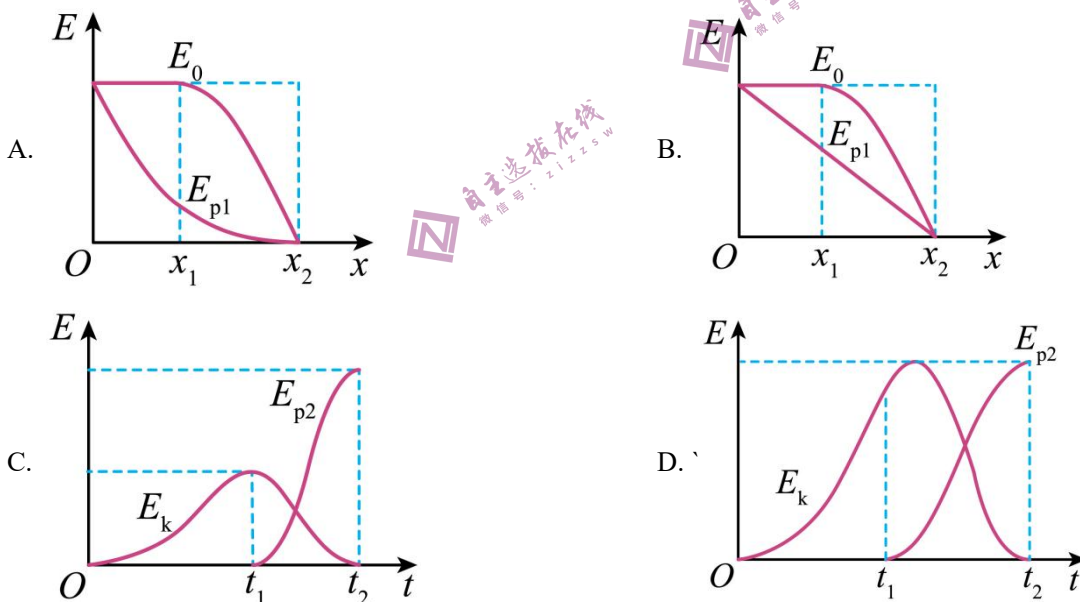
- D 、 E 为直线 BO 上的两点, $DO=EO$. 则()
- A. O 点的场强为零
 - B. D 、 E 两点的场强相同
 - C. D 点的电势高于 E 点的电势
 - D. 电子在 D 点的电势能大于在 E 点的电势能

9.C 解析: A 、 B 两个正点电荷在 O 点的合场强沿 OC 方向, C 点的负电荷在 O 点的场强也是沿 OC 方向, 则 O 点的场强不为零, 故 A 错误; D 、 E 两点在 AC 连线的平分线上, 则 A 、 C 两电荷在 E 点的合场强大于在 D 点的合场强, 方向垂直 DE 斜向下; 而 B 处电荷在 D 点的场强大于在 E 点的场强, 方向沿 DE 方向, 则 D 点和 E 点场强大小不能比较, B 错误; 因 D 、 E 两点在 A 、 C 连线的平分线上, 可知 A 、 C 两处的电荷在 D 、 E 两点的合电势均为零; 而正电荷 B 在 D 点的电势高于在 E 点的电势, 可知合成后 D 点的电势高于 E 点的电势, 电子在 D 点的电势能小于在 E 点的电势能, 故 C 正确, D 错误. 故选 C.

10. 如图所示, 一轻弹簧竖直放置, 下端固定在水平地面上, 自然伸长时弹簧上端处于 A 点. $t=0$ 时将小球从 A 点正上方 O 点由静止释放, t_1 时到达 A 点, t_2 时弹簧被压缩到最低点 B . 以 O 为原点, 向下为正方向建立 x 坐标轴, 以 B 点为重力势能零点, 弹簧形变始终处于弹性限度内. 小球在运动过程中的动能 E_k 、重力势能 E_{p1} 、机械能 E_0 及弹簧的弹性势能 E_{p2} 变化图像可能正确的是()



小球在运动过程中的动能 E_k 、重力势能 E_{p1} 、机械能 E_0 及弹簧的弹性势能 E_{p2} 变化图像可能正确的是()



10.B

解析: 根据题意可知下落过程中, 第一阶段: $O \rightarrow A$ 自由落体; 第二阶段: O 到平衡位置, 重力大于向上的弹力; 第三阶段: 平衡位置向下到 B 处, 向上的弹力大于向下的重力. 平衡位置处, 重力大小等于弹力.

AB. 根据重力势能表达式可知

$$E_{p1} = mg(x_1 + x_2 - x)$$

$x \leq x_1$ 时, 弹性势能为 0, 机械能等于重力势能的最大值。 $x > x_1$ 时, 弹性势能

$$E_{p2} = \frac{1}{2}k(x - x_1)^2$$

设系统总能量为 E , 根据能量守恒定律可知

$$E = E_0 + E_{p2}$$

可知

$$E_0 = E - \frac{1}{2}k(x - x_1)^2$$

是开口向下的抛物线。故 A 错误, B 正确;

CD. 设小球下落到 A 点时的时间为 t_1 , 则第一阶段

$$E_k = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(gt_1)^2 = \frac{mg^2}{2}t_1^2$$

故第一阶段的 $E_k - t$ 图像是一条抛物线。第二阶段中重力大于向上的弹力, 且随着压缩弹簧, 弹力大小逐渐增大, 则由

$$a = \frac{mg - F_{\text{弹}}}{m}$$

可知小球做加速度逐渐减小的加速运动, 平衡位置处速度最大, 动能也最大。第三阶段由

$$a = \frac{F_{\text{弹}} - mg}{m}$$

可知小球做加速度逐渐增加的减速运动, 直至到达 B 处动能为 0。由上述速度的分析可知, 在 $x > x_1$ 的范围内, 先加速后减速, $x - t$ 图像的斜率先增大后减小, 则 $E_{p2} - t$ 的图像的斜率也是先增大后减小。但由于动能最大时, 重力势能和弹性势能都不是 0。即弹性势能的最大值大于动能的最大值。故 CD 错误。
故选 B。

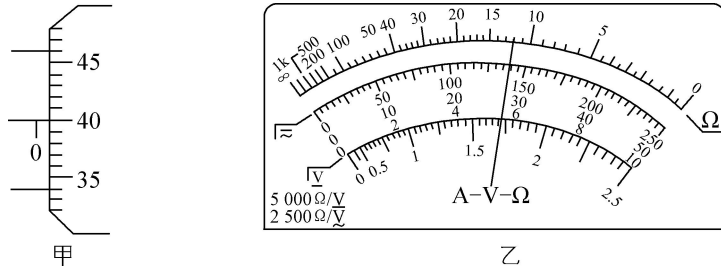
二、非选择题: 本题共 5 题, 共 60 分。其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 有数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位。

11. (15 分) 某实验小组要测量一段粗细均匀的金属丝 R_x 的电阻率。

(1) 用螺旋测微器测量待测金属丝的直径如图甲所示, 可知该金属丝的直径 $d =$ _____ mm.

(2) 用多用电表粗测金属丝的阻值。当用电阻 “ $\times 10$ ” 挡时, 发现指针偏转角度过大, 进行一系列正

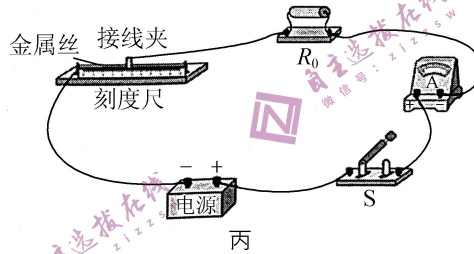
确操作后，指针静止时的位置如图乙所示，其读数为_____Ω.



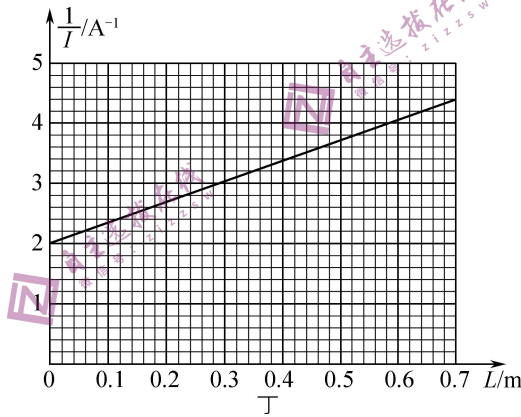
(3) 为了更精确地测量金属丝的电阻率，实验室提供了下列器材：

- A. 电流表 A(量程 0~0.6 A，内阻为 1.0 Ω)
- B. 保护电阻 R_0
- C. 电源(输出电压恒为 6 V)
- D. 开关 S、导线若干

① 实验小组设计的测量电路如图丙所示，调节接线夹在金属丝上的位置，测出接入电路中金属丝的长度 L ，闭合开关，记录电流表的示数 I 。



改变接线夹位置，重复①的步骤，测出多组 L 与 I 的值。根据测得的数据，作出如图丁所示的图线，可得 $R_0 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ ，金属丝的电阻率 $\rho = \underline{\hspace{2cm}} \Omega \cdot \text{m}$ 。(结果均保留 2 位有效数字)



③ 关于本实验的误差，下列说法正确的是_____。

- A. 电表读数时为减小误差应多估读几位
- B. 用图像求金属丝电阻率可以减小偶然误差
- C. 考虑电流表内阻的影响，电阻率的测量值大于真实值

11. (15 分，每空 3 分)(1) 0.400 (2) 12 (3) ② 11 2.6×10^{-6} ($2.4 \times 10^{-6} \sim 2.7 \times 10^{-6}$ 均可) ③ B

解析：(1) 根据螺旋测微器的读数规则，该金属丝的直径为 $0 + 0.01 \times 40.0 \text{ mm} = 0.400 \text{ mm}$ 。

(2) 当用电阻 “ $\times 10$ ” 挡时，发现指针偏转角度过大，表明电阻过小，为了减小读数的偶然误差，换用 “ $\times 1$ ” 挡，又欧姆表读数不均匀，所以只读两位有效数字，则指针静止时位置的读数为 $12 \times 1 \Omega = 12 \Omega$ 。

(3) ② 根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{U}{R_x + R_0 + R_A}$ ，又 $R_x = \rho \frac{L}{\pi (\frac{d}{2})^2}$ ，解得 $\frac{1}{I} = \frac{4\rho L}{\pi U d^2} + \frac{R_0 + R_A}{U}$ ，根

据图像有 $\frac{4\rho}{\pi Ud^2} = \frac{4.0 \text{ A}^{-1} - 2.0 \text{ A}^{-1}}{0.58 \text{ m}}$, $\frac{R_0 + R_A}{U} = 2.0 \text{ A}^{-1}$, 解得 $R_0 = 11 \Omega$, $\rho = 2.6 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.

③ 电表读数时应该根据量程确定精度, 由出现不精确的位次选择估读的位次, 因此电表读数时多估读几位并不能减小误差, A 错误; 图像法处理实验数据时, 能够尽量利用到更多的数据, 减小实验产生的偶然误差, 即用图像求金属丝电阻率可以减小偶然误差, B 正确; 根据上述分析过程, 电阻率是根据图线的斜率求解的, 令斜率为 k , 即 $\frac{4\rho}{\pi Ud^2} = k$, 可见电阻率的测量值与是否考虑电流表的内阻无关, C 错误. 故选 B.

12. (8分) 黑洞是一种密度极大、引力极大的天体, 以至于光都无法逃逸, 科学家一般通过观测绕黑洞运行的天体的运动规律间接研究黑洞. 已知某黑洞的逃逸速度为 $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, 其中引力常量为 G , M 是该黑洞的质量, R 是该黑洞的半径. 若天文学家观测到与该黑洞相距为 r 的天体以周期 T 绕该黑洞做匀速圆周运动, 求: (1) 该黑洞的质量; (2) 该黑洞的最大半径.



解析: (1) 天体绕黑洞运动时, 有 $\frac{GMm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$, 解得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

(2) 黑洞的逃逸速度不小于光速, 则有 $\sqrt{\frac{2GM}{R}} \geq c$, 解得 $R \leq \frac{2GM}{c^2} = \frac{8\pi^2 r^3}{c^2 T^2}$

13. (9分) ${}^1_1\text{H}$ 的质量是 $3.016\ 050 \text{ u}$, 质子的质量是 $1.007\ 277 \text{ u}$, 中子的质量是 $1.008\ 665 \text{ u}$. 1 u 相当于 931.5 MeV , c 为光速, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 则:

- (1) 写出一个质子和两个中子结合为氦核时的核反应方程;
- (2) 氦核的结合能和比结合能各是多少?
- (3) 如果释放的核能是以射出 2 个相同光子的形式释放, 则每个光子的频率是多少?

答案: (1) ${}^1_1\text{H} + 2{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ (2) 7.97 MeV , 2.66 MeV (3) $9.6 \times 10^{20} \text{ Hz}$

解析: (1) 核反应方程式是 ${}^1_1\text{H} + 2{}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He}$.

(2) 反应前各核子总质量为

$$m_p + 2m_n = 1.007\ 277 \text{ u} + 2 \times 1.008\ 665 \text{ u} = 3.024\ 607 \text{ u},$$

反应后新核的质量为 $m_{\text{He}} = 3.016\ 050 \text{ u}$,

$$\text{质量亏损为 } \Delta m = 3.024\ 607 \text{ u} - 3.016\ 050 \text{ u} = 0.008\ 557 \text{ u},$$

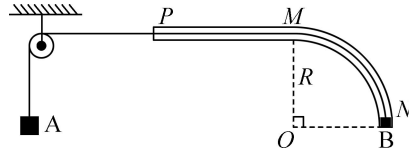
释放的核能为 $\Delta E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV} = 0.008\ 557 \times 931.5 \text{ MeV} \approx 7.97 \text{ MeV}$, 氦核的结合能即为 $\Delta E = 7.97 \text{ MeV}$,

它的比结合能为 $\frac{\Delta E}{3} \approx 2.66 \text{ MeV}$.

(3) 由题意可知 $\Delta E = 2h\nu$,

$$\text{放出光子的频率为 } \nu = \frac{\Delta E}{2h} = \frac{7.97 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{2 \times 6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} = 9.6 \times 10^{20} \text{ Hz}.$$

14. (12分)如图所示, 内径很小的细管 PMN 竖直固定, PM 段为长为 L 、内径粗糙的水平直细管. P 端有一竖直弹性挡板, MN 段为内径光滑、半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆弧细管, 两段细管在 M 处平滑连接. 细绳一端连接质量为 $3m$ 的滑块 A , 另一端跨过滑轮, 穿过挡板 P 的光滑小孔与质量为 m 、略小于细管内径的滑块 B 相连, 已知滑块 B 与 PM 段细管间动摩擦因数为 0.5 , 起初两滑块在外力作用下静止. 现同时释放两滑块, 重力加速度为 g .



(1) 求滑块 B 在 PM 段向左运动过程中的加速度大小 a ;

(2) 求滑块 B 第一次运动至 M 点时的速度大小 v_M ;

(3) 若滑块 B 每次与挡板 P 碰撞后均以原速率弹回, 求整个运动过程中, 滑块 B 在水平 PM 段运动的总路程 s .

14. (12分)解: (1) 滑块 B 向左运动时

对滑块 A , 有 $3mg - T = 3ma$ (2分)

对滑块 B , 有 $T - \mu mg = ma$ (2分)

解得 $a = \frac{5}{8}g$ (1分)

(2) 滑块 B 上升至 M 点的过程中

对 A 与 B 组成的系统, 由机械能守恒定律得 $m_A g \cdot \frac{\pi}{2} R - m_B g R = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_M^2$ (2分)

$3mg \cdot \frac{\pi}{2} R - mgR = \frac{1}{2} (3m + m) v_M^2$

解得 $v_M = \frac{1}{2} \sqrt{(3\pi - 2)gR}$ (2分)

(3) 滑块 B 最终停在挡板 P 处

对 A 与 B 组成的系统, 由能量守恒定律得 $3mg(L + \frac{\pi R}{2}) - mgR - \mu mgs = 0$ (2分)

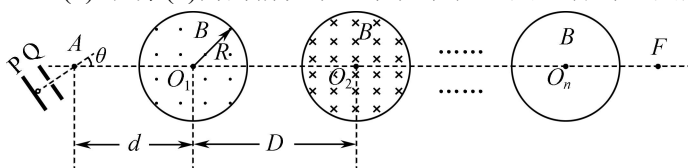
解得 $s = 6L + 3\pi R - 2R$ (2分)

15. (16分)波荡器是利用同步辐射产生电磁波的重要装置, 它能使粒子的运动轨迹发生扭摆. 其装置简化模型如图所示, n 个互不重叠的圆形匀强磁场沿水平直线分布, 半径均为 R , 磁感应强度大小均相同, 方向均垂直纸面, 相邻磁场方向相反、间距相同, 初始时磁感应强度为 B_0 . 一重力不计的带正电粒子, 从靠近平行板电容器 P 板处由静止释放, P 、 Q 两极板间电压为 U , 粒子经电场加速后平行于纸面从 A 点射入波荡器, 射入时速度与水平直线的夹角为 θ , θ 在 $0 \sim 30^\circ$ 范围内可调.

(1) 若粒子入射角 $\theta = 0^\circ$, 粒子恰好能从 O_1 点正下方离开第一个磁场, 求粒子的比荷 k ;

(2) 若粒子入射角 $\theta = 30^\circ$, 调节 AO_1 的距离 d 、磁场的圆心间距 D 和磁感应强度的大小, 可使粒子每次穿过水平线时速度与水平线的夹角均为 30° , 最终通过同一水平线上的 F 点, A 点到 F 点的距离为 $L = 2\sqrt{3} nR$, 求 D 的大小和磁感应强度 B_1 的大小;

(3) 在第(2)问的情况下, 求粒子从 A 点运动到 F 点的时间.



15. (16分)解: (1) 设粒子经电场加速后速度为 v ,

则 $qU = \frac{1}{2} mv^2$ (1 分)

磁场中偏转半径为 R , 有 $qvB_0 = \frac{mv^2}{R}$ (1 分)

可得粒子比荷 $k = \frac{q}{m} = \frac{2U}{R^2 B_0^2}$ (2 分)

(2) 粒子的轨迹如图所示

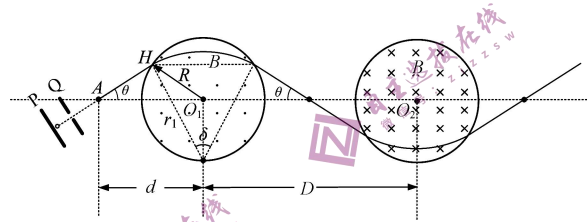
满足 $D = 2d = \frac{L}{n} = 2\sqrt{3} R$ (2 分)

粒子转动的圆心恰好在磁场圆周上且在磁场圆心的正下方或正上方

由几何关系可得 $r_1 = \sqrt{3} R$ (2 分)

$qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$ (1 分)

可得 $B_1 = \frac{B}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} B_0$ (2 分)



(3) 由几何关系可得

$\delta = \frac{\pi}{3}$ (1 分)

$AH = R$ (1 分)

每次从水平线到磁场边缘的时间 $t_1 = \frac{R}{v}$ (1 分)

每次在磁场中运动的时间 $t_2 = \frac{\delta r_1}{v}$ (1 分)

可得粒子运动的时间 $t = n(2 \cdot t_1 + t_2) = (1 + \frac{\sqrt{3}\pi}{6}) \frac{nR^2 B_0}{U}$ (1 分)