

2023 北京四中高二（下）期末

物 理

（试卷满分为 100 分，考试时间为 90 分钟）

一、单项选择题（本大题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。在每题给出的四个选项中，只有一个选项正确。请将答案填涂在答题卡上）

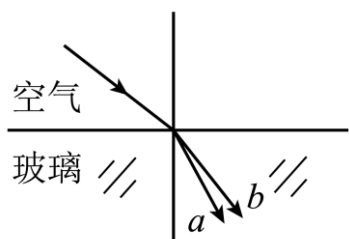
1. 关于电磁波及其应用，下列说法正确的是（ ）

- A. 雷达测距和测速利用的是无线电波衍射的原理
- B. “中国天眼”（FAST）射电望远镜探测的是宇宙中的无线电波
- C. 晶体中原子间距与 γ 射线波长接近，通过 γ 射线衍射实验可以推测晶体结构
- D. 非接触式体温计通过探测人体辐射的紫外线来测量体温

2. 以下实验中，能说明原子核具有复杂结构的是（ ）

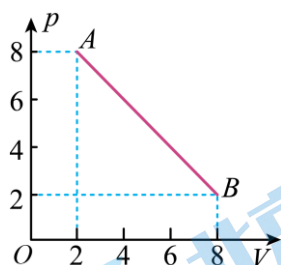
- A. 光电效应实验
- B. 原子发光产生明线光谱
- C. α 粒子散射实验
- D. 天然放射性现象

3. 一束复色光由空气射向玻璃，发生折射而分为 a 、 b 两束单色光，其传播方向如图所示。设 a 、 b 在玻璃中的速度分别为 v_a 和 v_b ，在玻璃中的波长分别为 λ_a 和 λ_b ，则（ ）



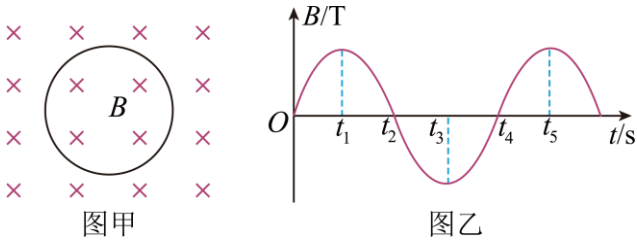
- A. $v_a < v_b$, $\lambda_a < \lambda_b$
- B. $v_a < v_b$, $\lambda_a > \lambda_b$
- C. $v_a > v_b$, $\lambda_a < \lambda_b$
- D. $v_a > v_b$, $\lambda_a > \lambda_b$

4. 如图所示是一定质量的某种理想气体状态变化的 $p-V$ 图像，气体由状态 A 变化到状态 B 的过程，关于气体的状态变化情况，下列说法正确的是（ ）



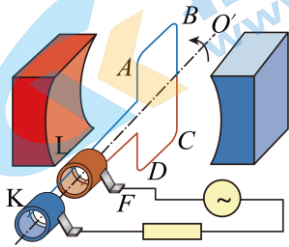
- A. 此过程中压强逐渐增大，体积逐渐减小
- B. A 、 B 两状态的温度相等，该过程为等温变化
- C. 此过程中温度先降低后升高
- D. 此过程中气体分子平均动能先增大后减小

5. 在磁场中放置一个金属圆环，磁场方向与圆环平面垂直。规定图甲所示磁场方向为正方向。当磁感应强度 B 随时间 t 按图乙所示的正弦规律变化时，下列说法正确的是 ()



- A. t_2 时刻，圆环中感应电流为零
- B. t_1 时刻，圆环中感应电流最大
- C. $t_1 \sim t_2$ 间内，圆环中感应电流方向始终不变
- D. $t_2 \sim t_4$ 时间内，圆环中感应电流方向的终不变

6. 交流发电机在 $t = 0$ 时刻的示意图如图所示，其中滑环 K 与线圈 AB 边相连，滑环 L 与线圈 CD 边相连，流过电阻的电流瞬时值表达式为 $i = 20\sin(100\pi t)(A)$ 。下列说法正确的是 ()

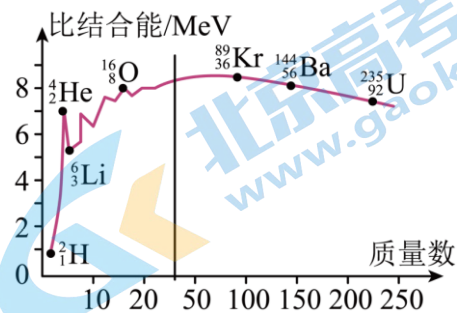


- A. $t = 0$ 时刻通过线圈的磁通量为零
- B. $t = 0$ 时刻线圈产生的感应电动势为零
- C. $t = 0$ 时刻交流电流表的示数为零
- D. 线圈的转速为 $100r/s$

7. 一群处在量子数 $n = 4$ 的激发态中的氢原子，在发光的过程中，下列说法正确的是 ()

- A. 频率最高的光是从 $n = 4$ 向 $n = 3$ 跃迁时产生的
- B. 波长最短的光是从 $n = 4$ 向 $n = 3$ 跃迁时产生的
- C. 氢原子的能量增加，电子的动能减小
- D. 氢原子的能量减小，电子的动能增大

8. 原子核的比结合能曲线如图所示，根据该曲线，下列判断中正确的是 ()



A. ${}^4_2\text{He}$ 核结合能约为 7MeV

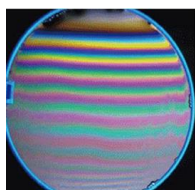
B. ${}^4_2\text{He}$ 核结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核结合能更大

C. 两个 ${}^2_1\text{H}$ 结合成 ${}^4_2\text{He}$ 时释放能量

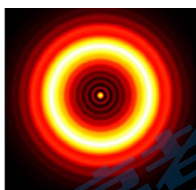
D. ${}^{235}_{92}\text{U}$ 中核子的平均质量比 ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ 中核子的平均质量小

二、多项选择题（本大题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分。在每题给出的四个选项中，有多个选项正确，选不全得 2 分。请将答案填涂在答题卡上）

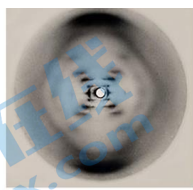
9. 下列关于光的说法正确的是（ ）



甲



乙



丙



丁

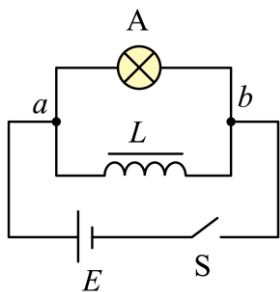
A. 图甲中，阳光下的肥皂薄膜呈现彩色条纹是光的衍射现象

B. 图乙中，泊松斑现象是由于光的衍射形成的

C. 图丙中，根据 DNA 纤维的衍射图样，发现了它的双螺旋结构

D. 图丁中，戴特制的眼镜观看立体电影，是利用了光的偏振现象

10. 将灯泡 A、线圈 L、电池组 E 和开关 S 连接成如图所示的电路。先闭合开关 S，使灯泡发光，电路达到稳定后断开开关 S，观察到了灯泡闪亮的现象。下列说法正确的是（ ）



A. 闭合 S 瞬间线圈 L 不产生自感电动势

B. 从闭合 S 到电路达到稳定的过程中，电池输出的电能大于灯泡 A 和线圈 L 的焦耳热之和

C. 断开 S 瞬间电路中 a 点电势低于 b 点

D. 断开 S 前后通过灯泡 A 的电流方向发生变化

11. 在同一输电电路中，如果用 22kV (U_1) 和 1100kV (U_2) 两种电压来进行输电，需要输送相同的电功率 P 时，下列说法正确的是（ ）

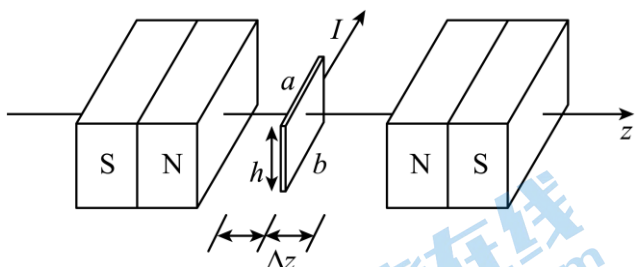
A. 输电线上损失的电压之比为 $\Delta U_1 : \Delta U_2 = 50 : 1$

B. 输电线上损失的电压之比为 $\Delta U_1 : \Delta U_2 = 1 : 50$

C. 输电线上的电流之比 $I_1 : I_2 = 50 : 1$

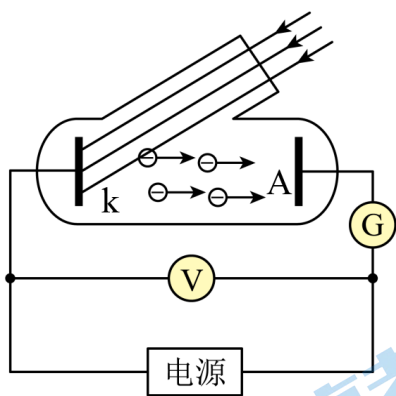
D. 输电线上损失的电功率之比为 $\Delta P_1 : \Delta P_2 = 1 : 2500$

12. 利用霍尔元件可以进行微小位移的测量。如图所示，在两块磁感应强度相同、同极相对放置的磁体缝隙中放入霍尔元件，当霍尔元件处于中间位置时，磁感应强度 B 为 0，上下两表面的霍尔电压 U_{ab} 为 0，可将该点作为位移的零点。霍尔电压 U_{ab} 与霍尔元件位移 Δz 成正比，当霍尔元件向 z 轴正方向偏移时，霍尔电压 $U_{ab} > 0$ 。下列说法正确的是 ()



- A. 该霍尔元件的载流子带负电
- B. 该霍尔元件的载流子带正电
- C. 仅增大霍尔元件的电流 I ，能提高检测灵敏度
- D. 保持电流 I 不变，增大霍尔元件宽度 h ，能提高检测灵敏度

13. 以往我们认识的光电效应是单光子光电效应，即一个电子极短时间内能吸收到一个光子而从金属表面逸出。强激光的出现丰富了人们对于光电效应的认识，用强激光照射金属，由于其光子密度极大，一个电子在短时间内吸收多个光子成为可能，从而形成多光子电效应，这已被实验证实。光电效应实验装置示意图如图。用频率为 ν 的普通光源照射阴极 k ，没有发生光电效应，换同样频率为 ν 的强激光照射阴极 k ，则发生了光电效应；此时，若加上反向电压 U ，即将阴极 k 接电源正极，阳极 A 接电源负极，在 k 、 A 之间就形成了使光电子减速的电场，逐渐增大 U ，光电流会逐渐减小；当光电流恰好减小到零时，所加反向电压 U 可能是下列的 (其中 W 为逸出功， h 为普朗克常量， e 为电子电量) ()



- A. $U = \frac{h\nu}{e} - \frac{W}{e}$
- B. $U = \frac{2h\nu}{e} - \frac{W}{e}$
- C. $U = \frac{5h\nu}{2e} - \frac{W}{e}$
- D. $U = \frac{3h\nu}{e} - \frac{W}{e}$

14. μ 子是自然界的基本粒子之一，它平均寿命很短容易发生衰变。科学家发现 μ 子以 $0.99c$ 甚至更高的速度飞向地球，根据经典理论计算出每秒到达地球的 μ 子数小于实际观察到的 μ 子数。这一现象与经典理论产生了矛盾，用相对论时空观可以得到很好的解释，这也成为相对论时空观的最早证据。

相对论时空观认为：如果相对于地面以 v 运动的惯性参考系上的人观察到与其一起运动的物体完成某个动

作的时间间隔为 $\Delta\tau$ ，地面上的人观察到该物体在完成这个动作的时间间隔为 Δt ，那么两者之间的关系是

$$\Delta t = \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

，已知 μ 子低速运动时的平均寿命是 $3.0\mu\text{s}$ 。下列说法正确的是（ ）

- A. 当 μ 子以 $0.99c$ 飞行，选择此 μ 子作为参考系，则 μ 子的平均寿命大于 $3.0\mu\text{s}$
- B. 当 μ 子以 $0.99c$ 飞行，以地面为参考系，则 μ 子的平均寿命大于 $3.0\mu\text{s}$
- C. 对地面上的观测者来说， μ 子平均飞行的距离大约为 900m
- D. 对地面上的观测者来说， μ 子平均飞行的距离大约为 6300m

三、实验题（16分）

15. 某同学做“用油膜法估测分子的大小”的实验。

(1) 有下列实验步骤：

- A. 用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待油膜形状稳定。
- B. 将画有油膜形状的玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，根据油酸的体积和面积计算出油酸分子直径的大小。
- C. 往浅盘里倒入约 2cm 深的水，待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上。
- D. 将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上。

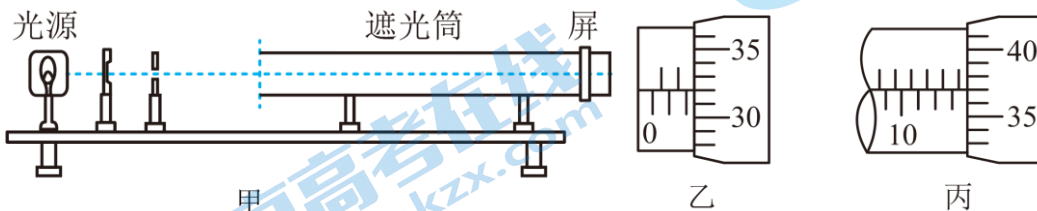
在上述步骤中，正确的操作顺序是_____。（填写步骤前面的字母）

(2) 每滴油酸酒精溶液的体积为 V_0 ，将该溶液滴一滴到水面上，稳定后形成油膜的面积为 S 。已知 500mL 油酸酒精溶液中含有纯油酸 1mL ，则油酸分子直径大小的表达式为 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 该同学做完实验后，发现自己所测的分子直径 d 明显偏大。出现这种情况的原因可能是_____。

- A. 将滴入的油酸酒精溶液体积作为油酸体积进行计算
- B. 油酸酒精溶液长时间放置，酒精挥发使溶液的浓度发生了变化
- C. 水面上痱子粉撒得太多，油膜没有充分展开
- D. 计算油膜面积时，将不完整的方格作为完整方格处理

16. 现有毛玻璃屏 A、双缝 B、白光光源 C、单缝 D 和透红光的滤光片 E 等光学元件，要把它们放在如图甲所示的光具座上组装成双缝干涉装置，用以测量红光的波长。



(1) 将白光光源 C 放在光具座最左端，依次放置其他光学元件，由左至右，表示各光学元件的字母排列最佳顺序应为 C、_____、A。

(2) 本实验的步骤有：

- ① 取下遮光筒左侧的元件，调节光源高度，使光束能直接沿遮光筒轴线把屏照亮；
- ② 按合理顺序在光具座上放置各光学元件，并使各元件的中心位于遮光筒的轴线上；

③用米尺测量双缝到屏的距离；

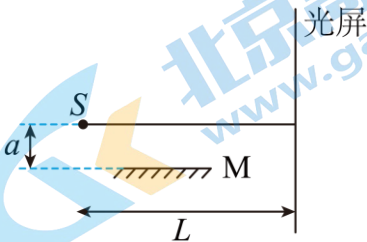
④用测量头（其读数方法同螺旋测微器）测量数条亮条纹间的距离。

在操作步骤②时还应注意单缝和双缝的方向应_____。

（3）将测量头的分划板中心刻线与某条亮条纹中心对齐，将该亮条纹定为第1条亮条纹，此时手轮上的示数如图乙所示。然后同方向转动测量头，使分划板中心刻线与第6条亮条纹中心对齐，记下此时图丙中手轮上的示数为_____mm。

（4）已知双缝间距 d 为 $2.00 \times 10^{-4} \text{m}$ ，测得双缝到屏的距离 l 为 0.700m ，求得所测红光波长为_____nm。

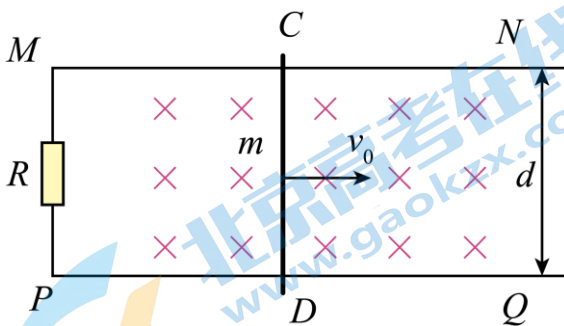
（5）1801年，托马斯·杨用双缝干涉实验研究了光波的性质，1834年，洛埃利用平面镜同样得到了杨氏干涉的结果（称洛埃镜实验）。洛埃镜实验的基本装置如图所示， S 为单色光源， M 为平面镜。设光源 S 到平面镜的垂直距离和到光屏的垂直距离分别为 a 和 L ，光在光屏上形成干涉条纹，相邻两条亮条纹（或暗条纹）间距离为 Δx ，则光的波长 λ 的表达式为_____。



四、计算题（本大题共4小题，共36分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，画出相应的示意图。只写出最后答案的不能得分。）

17. 如图所示，置于水平面内一对相互平行的金属导轨 MN 、 PQ ，间距为 d ，左端接有定值电阻 R 。质量为 m 、电阻为 r 的导体棒 CD 垂直于 MN 、 PQ 放置在金属导轨上，且与导轨保持良好接触。整个装置处于竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中。不计导轨的电阻及导轨和导体棒间的摩擦。在 $t=0$ 时刻，给导体棒一个平行于导轨向右的初速度 v_0 ，求：

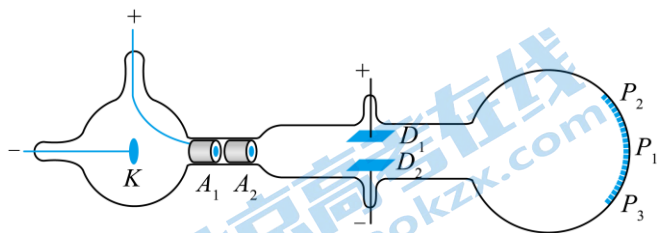
- （1） $t=0$ 时导体棒 CD 产生的感应电动势 E 。
- （2） $t=0$ 时导体棒 CD 所受安培力 F_A 的大小和方向。
- （3）在导体棒 CD 从开始运动到停下的过程中，定值电阻 R 产生的焦耳热 Q_R 。



18. 汤姆逊测定电子比荷（电子的电荷量与质量之比）的实验装置如图所示。真空玻璃管内，阴极 K 发出的电子经加速后，穿过小孔 A 、 B 沿中心轴线进入到两块水平正对放置的极板 D_1 、 D_2 间的区域，射出后到

达右端的荧光屏上形成光点。若极板 D_1 、 D_2 间无电压，电子将打在荧光屏上的中心 P_1 点；若在极板间施加偏转电压 U ，则电子将打 P_2 点。若再在极板间施加一个方向垂直于纸面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场（图中未画出），则电子在荧光屏上产生的光点又回到 P_1 点。若极板 D_1 、 D_2 间的距离为 d 。

- (1) 求电子进入极板 D_1 、 D_2 区域时速度的大小；
- (2) 去掉 D_1 、 D_2 间的电压，只保留磁场 B 。由于磁场方向与射线运动方向垂直，阴极射线在 D_1 、 D_2 之间有磁场的区域会形成一个半径为 r 的圆弧，使得阴极射线落在屏的 P_3 点。请你推导出电子的比荷 $\frac{e}{m}$ 的表达式。



19. 1930 年，物理学家博特利用 α 粒子轰击铍 (${}^9_4\text{Be}$) 原子时，产生了一种中性射线，人们称为“铍辐射”，这种射线具有极强的穿透能力。查德威克认为这种射线是一种中性粒子流，并测得了该粒子的质量，从而宣告了中子的存在。

- (1) 请写出 α 粒子轰击铍 (${}^9_4\text{Be}$) 的核反应方程
- (2) 为了测得中性粒子的质量，查德威克让铍辐射中的中性粒子与静止的原子核发生正碰。假如碰撞是弹性碰撞，请证明碰后原子核的速度为：

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v$$

其中 m_1 是中性粒子的质量， v 为其初速度， m_2 是原子核的质量。

- (3) 让中性粒子分别与静止的氢原子核、氮原子核发生碰撞，碰撞后氢原子核的速度是 $3.3 \times 10^7 \text{ m/s}$ ，碰撞后氮原子核的速度是 $4.4 \times 10^6 \text{ m/s}$ 。若氢核质量为 m_H ，氮原子核的质量是氢原子核质量的 14 倍。请计算中性粒子的质量与氢核质量 m_H 的关系？

20. 光电效应和康普顿效应深入地揭示了光的粒子性的一面。前者表明光子具有能量，后者表明光子除了具有能量之外还具有动量。由狭义相对论可知，一定的质量 m 与一定的能量 E 相对应： $E = mc^2$ ，其中 c 为真空中光速。

- (1) 已知某单色光的频率为 ν ，波长为 λ ，该单色光光子的能量 $E = h\nu$ ，其中 h 为普朗克常量。试借用质子、电子等粒子动量的定义：动量=质量×速度，推导该单色光光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$ 。

- (2) 光照射到物体表面时，光子被物体吸收或反射时，光都会对物体产生压强，这就是“光压”。已知太阳半径为 R ，单位时间辐射的总能量为 P_0 ，光速为 c 。求：

a. 距离太阳中心 r 处 ($r > R$)，太阳光光子被完全吸收时产生的光压 p 是多大？

b. 科幻作品中经常以文明能够利用的能量程度来对文明进行分级。比如，一级文明能够利用行星的全部能量，人类处于 0.73 级；二级文明能够利用恒星的全部能量；三级文明能够利用整个星系的能量。科幻作家们设想了一种被称为“戴森球”的装置来收集整个恒星的能量。“戴森球”是一种包围整个恒星的球状膜，它的内表面可以吸收恒星发出的所有光的能量。如果给太阳安装一个“戴森球”，求：戴森球的半径 r 多大时，戴森球可以靠着光压来抵抗太阳的万有引力，避免其向太阳塌缩。已知引力常量为 G ，太阳的质量为 M ，戴森球的总质量记为 m 。

参考答案

一、单项选择题（本大题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。在每题给出的四个选项中，只有一个选项正确。请将答案填涂在答题卡上）

1. 【答案】B

- 【详解】A. 雷达测距和测速利用的是无线电波的反射，故 A 错误；
B. “中国天眼”（FAST）射电望远镜探测的是宇宙中的无线电波，故 B 正确；
C. 晶体中原子间距与 X 射线波长接近，通过 X 射线衍射实验可以推测晶体结构，故 C 错误；
D. 非接触式体温计通过探测人体辐射的红外线来测量体温，故 D 错误。

故选 B。

2. 【答案】D

【详解】原子核的天然放射现象说明原子核有复杂的结构。

故选 D。

3. 【答案】A

【详解】根据折射定律

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

为 a 、 b 两束单色光的入射角相同， a 光的折射角小于 b 光的折射角，则 a 光的折射率大于 b 光的折射率， a 光的频率大于 b 光的频率，则有

$$\lambda_a < \lambda_b$$

根据

$$v = \frac{c}{n}$$

由于 a 光的折射率大于 b 光的折射率，则有

$$v_a < v_b$$

故选 A。

4. 【答案】D

【详解】A. 由 $p-V$ 图像可知，气体由状态 A 变化到状态 B 的过程，压强逐渐减小，体积逐渐增大，故 A 错误；

BCD. 根据理想气体状态方程

$$\frac{pV}{T} = C$$

由 $p-V$ 图像可知，气体的 pV 乘积先增大后减小，且有

$$p_A V_A = p_B V_B$$

则气体的温度先升高后降低，气体分子平均动能先增大后减小， A 、 B 两状态的温度相等，故 BC 错误，D

正确。

故选 D。

5. 【答案】C

【详解】AB. 根据法拉第电磁感应定律

$$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S$$

可知 t_2 时刻，磁通量变化率最大，圆环中感应电流最大， t_1 时刻，磁通量变化率为零，圆环中感应电流为零，故 AB 错误；

C. $t_1 \sim t_2$ 间内，磁场逐渐增大，根据楞次定律可知，圆环中感应电流方向为顺时针方向，始终不变，故 C 正确；

D. $t_2 \sim t_4$ 时间内，磁场先增大，后减小，根据楞次定律可知，圆环中感应电流方向先顺时针方向，再逆时针方向，故 D 错误

故选 C。

6. 【答案】D

【详解】ABC. $t = 0$ 时刻通过线圈处于中性面，磁通量最大，感应电动势为 0，电流表测量有效值，不为 0，故 AC 错误，B 正确；

D. 由表达式可知，线圈的转速为

$$n = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{r/s}$$

故 D 错误；

故选 B。

7. 【答案】D

【详解】AB. 由波尔理论可知，从 $n = 4$ 向 $n = 3$ 跃迁时产生的光子的能量最小，由 $\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ 可知，光的频率最小，波长最长，AB 错误；

CD. 氢原子向低能级跃迁后，即在发光的过程中，氢原子的能量减小，轨道半径减小，由库仑定律和牛顿第二定律可得

$$\frac{ke^2}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$$

可知核外电子的速度增大，动能增大，C 错误，D 正确。

故选 D。

8. 【答案】C

【详解】A. 由题图可知， ${}^4_2\text{He}$ 核的比结合能约为 7MeV ，氦核的核子数为 4，因此结合能约为 $4 \times 7\text{MeV} = 28\text{MeV}$ ，故 A 错误；

B. 由题图可知， ${}^6_3\text{Li}$ 核比结合能约为 5MeV ，则有 ${}^6_3\text{Li}$ 核结合能约为 $6 \times 5\text{MeV} = 30\text{MeV}$ ，可知 ${}^4_2\text{He}$ 核结合能比 ${}^6_3\text{Li}$ 核结合能小，故 B 错误；

C. 两个 ${}^2_1\text{H}$ 结合成 ${}^4_2\text{He}$ 时，产生聚变反应，有质量亏损，由质能方程可知，因此释放能量，故 C 正确；

D. 由题图可知， ${}^{235}_{92}\text{U}$ 中核子的比结合能比 ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ 中核子的比结合能小，由于平均质量越小的原子核，其比结合能越大，因此 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 中核子的平均质量比 ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ 中核子的平均质量大，故 D 错误。

故选 C。

二、多项选择题（本大题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分。在每题给出的四个选项中，有多个选项正确，选不全得 2 分。请将答案填涂在答题卡上）

9. 【答案】BCD

【详解】A. 图甲中，阳光下的肥皂薄膜呈现彩色条纹是光的干涉现象，故 A 错误；

B. 图乙中，泊松斑现象是由于光的衍射形成的，故 B 正确；

C. 图丙中，DNA 双螺旋结构的发现利用了光的衍射图样，故 C 正确；

D. 图丁中，戴特制的眼镜观看立体电影，是利用了光的偏振现象，故 D 正确。

故选 BCD。

10. 【答案】BCD

【详解】A. 闭合 S 瞬间，通过线圈的磁通量增大，线圈 L 产生自感电动势，故 A 错误；

B. 因为自感线圈将一部分电能转化为磁场能储存起来，则从闭合 S 到电路达到稳定的过程中，电池输出的电能大于灯泡 A 和线圈 L 的焦耳热之和，故 B 正确；

CD. 开关 S 断开前，自感线圈和灯泡 A 中的电流都是自左向右的，当断开 S 瞬间，自感线圈要阻碍电流的减小，因此产生与原电流方向相同的感应电流，与灯泡构成闭合回路，回路中的电流为逆时针方向，即通过泡 A 的电流方向自右向左，则断开 S 前后通过灯泡 A 的电流方向发生变化，a 点电势低于 b 点，故 CD 正确。

故选 BCD。

11. 【答案】AC

【详解】ABC. 由电功率公式 $P = UI$ ，输送电功率不变，则有

$$I_1 : I_2 = U_2 : U_1 = 50 : 1$$

由于 $U = IR$ ，可得输电线上损失的电压之比

$$\Delta U_1 : \Delta U_2 = 50 : 1$$

AC 正确，B 错误；

D. 由于 $P = I^2 R$ ，可知输电线上损失的电功率之比

$$\Delta P_1 : \Delta P_2 = 2500 : 1$$

D 错误。

故选 AC。

12. 【答案】AC

【详解】AB. 当霍尔元件向+z 方向移动时，磁场方向水平向左。霍尔电压 $U_{ab} > 0$ ，可知 a 板带正电，根据左手定则可知该霍尔元件的载流子带正电，故 A 正确，B 错误；

CD. 设载流子的电荷量为 q ，沿电流方向定向运动的平均速度为 v ，单位体积内自由移动的载流子数为 n ，导体板横截面积为 S ，霍尔元件沿 z 轴厚度为 l ，霍尔元件上下宽度为 h ，电流微观表达式

$$I = nqSv = nqlhv$$

当达到稳定状态时，洛伦兹力与电场力平衡，根据平衡条件得

$$q \frac{U_H}{h} = qvB$$

联立可得

$$U_H = \frac{BI}{nql}$$

仅增大霍尔元件的电流 I ，相等的位移 Δx 下， U_H 变大，能提高检测灵敏度，保持电流 I 不变，增大霍尔元件宽度 h ， U_H 不变，不能提高灵敏度，故 C 正确，D 错误。

故选 AC。

13. 【答案】BD

【详解】根据题意可知，一个电子吸收一个光子不能发生光电效应，换用同频率的强激光照射，则发生光电效应，吸收的光子能量为 $nhv (n = 2, 3, 4, \dots)$ ，光电子从 k 到 A，根据动能定理有

$$eU = nhv - W$$

解得

$$U = \frac{nhv}{e} - \frac{W}{e}$$

$$\text{当 } n = 2 \text{ 时, } U = \frac{2hv}{e} - \frac{W}{e}$$

$$\text{当 } n = 3 \text{ 时, } U = \frac{3hv}{e} - \frac{W}{e}$$

$$\text{当 } n = 3 \text{ 时, } U = \frac{3hv}{e} - \frac{W}{e}$$

$$\text{当 } n = 4 \text{ 时, } U = \frac{4hv}{e} - \frac{W}{e}$$

$$\text{当 } n = 5 \text{ 时, } U = \frac{5hv}{e} - \frac{W}{e}$$

故选 BD。

14. 【答案】BD

【详解】A. 当 μ 子以 $0.99c$ 飞行，选择此 μ 子作为参考系，由狭义相对论可知，则 μ 子的平均寿命不变，A 错误；

B. 当 μ 子以 $0.99c$ 飞行，以地面为参考系， $\Delta\tau = 3.0\mu\text{s}$ ，由狭义相对论 $\Delta t = \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ ，由于

$\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} < 1$ ，可知 μ 子的平均寿命大于 $3.0\mu\text{s}$ ，B 正确；

CD. 对地面上的观测者来说，由 $\Delta t = \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ 可得

$$\Delta t = \frac{3.0 \times 10^{-6}}{\sqrt{1-\left(\frac{0.99c}{c}\right)^2}} \text{s} \approx 21.28 \times 10^{-6} \text{s}$$

则有

$$s = 0.99 \times 3.0 \times 10^8 \times 21.28 \times 10^{-6} \text{m} \approx 6320 \text{m}$$

C 错误，D 正确。

故选 BD

三、实验题（16分）

15. 【答案】 ①. CADB ②. $\frac{V_0}{500S}$ ③. AC##CA

【详解】(1) [1] “油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤为：配制酒精油酸溶液（教师完成，记下配制比例）→测定一滴酒精油酸溶液的体积： $V_0 = \frac{V}{n}$ →准备浅水盘（C）→形成油膜（A）→描绘油膜边缘（D）→测量油膜面积、计算分子直径（B），即正确的顺序是：CADB。

(2) [2] 纯油酸的体积 V 等于油酸酒精溶液的体积乘以浓度，即

$$V = \frac{V_0}{500}$$

油膜的面积为 S ，则分子直径大小的公式为

$$d = \frac{V_0}{500S}$$

(3) [3] 根据 $d = \frac{V_0}{500S}$ ，则有：

A. 错误地将油酸酒精溶液的体积直接作为油酸的体积进行计算，则计算时所用体积数值偏大，会导致计算结果偏大，故 A 正确；

B. 油酸酒精溶液长时间放置，酒精挥发使溶液的浓度变大，使得油膜面积偏大，则会导致计算结果偏

小，故 B 错误；

C. 水面上痱子粉撒得较多，油膜没有充分展开，则测量的面积 S 偏小，导致结果计算偏大，故 C 正确；

D. 计算油膜面积时，将不完整的方格作为完整方格处理，则计算所用的面积 S 偏大，会导致计算结果偏小，故 D 错误；

故选 AC。

16. 【答案】 ①. EDB ②. 相互平行 ③. 13.870 ④. 660 ⑤. $\frac{2a\Delta x}{L}$

【详解】(1) [1]实验要获取单色线光源，白光光源后面要有滤光片、单缝、双缝，即为 E、D、B，则有排列最佳顺序应为 C、E、D、B、A。

(2) [2]在操作步骤②时还应注意单缝和双缝的方向应相互平行。

(3) [3]螺旋测微器的精确值为 0.01mm ，由图丙中手轮上的示数为 $13.5\text{mm}+37.0\times 0.01\text{mm}=13.870\text{mm}$

(4) [4]由图乙可知，手轮上的示数为

$$2\text{mm}+32.0\times 0.01\text{mm}=2.320\text{mm}$$

由两相邻条纹间距公式

$$\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$$

可得

$$\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{l} = \frac{2.310 \times 10^{-3} \times 2.00 \times 10^{-4}}{0.700} \text{m} = 6.6 \times 10^{-7} \text{m} = 660 \text{nm}$$

(5) [5]从光源发出的光和被平面镜反射的光是相干光，该干涉现象可以看做双缝干涉，因此 SS' 之间的距离为

$$d = 2a$$

光源到光屏的垂直距离可看做双缝到屏的距离 L ，由双缝干涉条纹间距公式

$$\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$$

可得光的波长 λ 的表达式为

$$\lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{2a\Delta x}{L}$$

四、计算题（本大题共 4 小题，共 36 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，画出相应的示意图。只写出最后答案的不能得分。）

17. 【答案】(1) BLv_0 ；(2) $\frac{B^2 L^2 v_0}{R+r}$ ，方向水平向左；(3) $\frac{R}{2(R+r)} mv_0^2$

【详解】(1) $t=0$ 时导体棒 CD 切割磁感线产生的感应电动势为

$$E = BLv_0$$

(2) 由闭合电路欧姆定律可得导体棒 CD 中的电流

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

由安培力计算公式可得， $t=0$ 时导体棒 CD 所受安培力大小为

$$F_A = BIL = \frac{B^2 L^2 v_0}{R+r}$$

由右手定则可知导体棒 CD 中电流方向从 D 到 C ，由左手定则可知，安培力方向水平向左。

(3) 在导体棒 CD 从开始运动到停下的过程中，由能量守恒定律，可知电路中产生的焦耳热量

$$Q = \frac{1}{2} m v_0^2$$

由于定值电阻 R 与 r 串联，可知定值电阻 R 产生的焦耳热

$$Q_R = \frac{R}{R+r} Q = \frac{R}{2(R+r)} m v_0^2$$

18. 【答案】(1) $\frac{U}{Bd}$; (2) $\frac{e}{m} = \frac{U}{B^2 dr}$

【详解】(1) 电子在极板 D_1 、 D_2 间电场力与洛伦兹力的作用下沿中心轴线运动，即受力平衡，设电子的进入极板间时的速度为 v ，根据受力平衡可得

$$evB = eE$$

又

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

联立解得

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

(2) 去掉 D_1 、 D_2 间的电压，只保留磁场 B ；电子在磁场中做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力可得

$$evB = m \frac{v^2}{r}$$

又

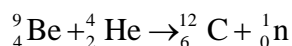
$$v = \frac{U}{Bd}$$

联立解得电子的比荷为

$$\frac{e}{m} = \frac{U}{B^2 dr}$$

19. 【答案】(1) ${}_4^9\text{Be} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$; (2) 见解析; (3) 相等

【详解】(1) 利用 α 粒子轰击铍 (${}_4^9\text{Be}$) 原子时，核反应方程为



(2) 中性粒子的质量为 m_1 ，速度为 v ，设碰后速度为 v_1 ，被碰原子核的质量为 m_2 ，设碰后速度为 v_2' ，由

动量守恒定律和机械能守恒定律可得

$$m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2'$$
$$\frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

联立解得

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v$$

(3) 碰撞后氢原子核的速度是 $3.3 \times 10^7 \text{ m/s}$ ，则有

$$v_{\text{H}} = \frac{2m_1}{m_1 + m_{\text{H}}} v$$

碰撞后氮原子核的速度是 $4.4 \times 10^6 \text{ m/s}$ ，则有

$$v_{\text{N}} = \frac{2m_1}{m_1 + m_{\text{N}}} v$$

又有

$$m_{\text{N}} = 14m_{\text{H}}$$

代入数据联立解得

$$v = 3.3 \times 10^7 \text{ m/s}$$

可知中性粒子碰后的速度与氢原子核碰后的速度大小相等，因此中性粒子的质量与氢核质量 m_{H} 是相等的关系。

20. 【答案】(1) 见解析；(2) $\frac{P_0}{4\pi cr^2}$ ；(3) $\sqrt{\frac{GMmc}{P_0}}$

【详解】(1) 根据波长、波速和频率关系有

$$c = \lambda \nu$$

该单色光光子的能量为

$$E = h\nu = mc^2$$

光子的动量为

$$p = mc$$

解得

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

(2) 距离太阳中心 r 处，单位面积吸收太阳辐射的能量为

$$E' = \frac{P_0}{4\pi r^2} \Delta t$$

设物体的的表面积为 S ，物体吸收的能量为

$$E'' = E'S = \frac{P_0}{4\pi r^2} S\Delta t$$

到达物体表面的光子数为

$$n = \frac{E''}{h\nu} = \frac{P_0 S \Delta t}{4\pi h\nu r^2}$$

到达物体表面光子的合动量为

$$p' = n \frac{h}{\lambda} = \frac{P_0 S \Delta t}{4\pi h\nu r^2} \times \frac{h}{\lambda} = \frac{P_0 S \Delta t}{4\pi cr^2}$$

根据动量定律有

$$F\Delta t = p'$$

解得

$$F = \frac{P_0 S}{4\pi cr^2}$$

太阳光光子被完全吸收时产生的光压

$$p = \frac{F}{S} = \frac{P_0}{4\pi cr^2}$$

(3) 根据题意，由平衡条件有

$$G \frac{Mm}{r^2} = p \times 4\pi r^2$$

解得

$$r = \sqrt{\frac{GMmc}{P_0}}$$

北京高一高二高三期末试题下载

京考一点通团队整理了【**2023年7月北京各区各年级期末试题&答案汇总**】专题，及时更新 最新试题及答案。

通过【**京考一点通**】公众号，对话框回复【**期末**】或者底部栏目<**高一高二**>**期末试题**>，进入汇总专题，查看并下载电子版试题及答案！

