

2024 北京北师大附中高三（下）开学考

物 理

班级： 姓名： 学号：

考生须知

1. 本试卷有两部分，共 8 页。考试时长 90 分钟，满分 100 分。
2. 考生务必将答案及解答过程写在答题纸上，在试卷上作答无效。
3. 考试结束后，考生应将答题纸交回。

第一部分

本部分为不定项选择题，共 16 小题，每小题 3 分，共 48 分。

1. 下列说法正确的是（ ）

- A. 物体从外界吸收热量，其内能有可能不变
- B. 物体对外界做功，其内能一定减少
- C. 物体温度降低，其分子热运动的平均动能增大
- D. 物体温度升高，其分子热运动的平均动能增大

2. 以下现象属于干涉的是（ ）

- A. 白光经过三棱镜得到彩色光谱
- B. 出现泊松亮斑的原理
- C. 白光经过杨氏双缝得到彩色条纹
- D. 白光照射肥皂膜呈现彩色图样

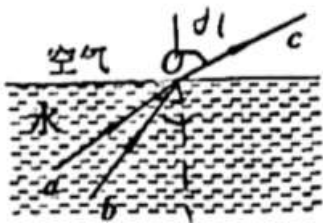
3. 一定质量的理想气体。在温度保持不变的条件下，若气体体积减小，则（ ）

- A. 气体的内能增大
- B. 外界一定对气体做正功
- C. 气体的压强可能不变
- D. 气体压强与体积的乘积不变

4. 下列表述正确的有（ ）

- A. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应
- B. ${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + {}^0_{-1}\text{e}$ 是 β 衰变
- C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$ 是核裂变反应
- D. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2{}^1_0\text{n}$ 是 α 衰变

5. 如图所示，两束单色光 a 和 b 从水中射向水面的 O 点，它们进入空气后的光合成一束光 c 。根据这一现象可知，下列说法中正确的是（ ）



- A. 水对 a 光的折射率较大
- B. 从水射向空气时, a 光全反射的临界角大于 b 光的临界角
- C. 两束光在从水进入空气时频率均保持不变
- D. a 光在水中的传播速度较大

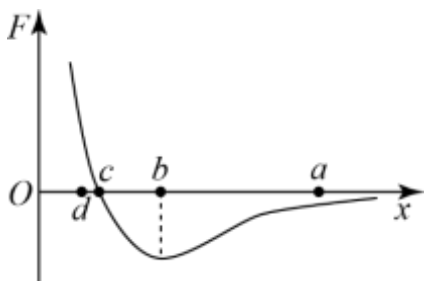
6. 2017 年年初, 我国研制的“大连光源”——极紫外自由电子激光装置, 发出了波长在 100nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 附近连续可调的最强的极紫外激光脉冲。大连光源因其光子的能量大、密度高, 可在能源利用、光刻技术、雾霾治理等领域的研究中发挥重要作用。一个处于极紫外波段的光子所具有的能量可以电离一个分子, 但又不会把分子打碎。据此判断, 能够电离一个分子的能量约为 (取普朗克常量 $h=6.6\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, 真空光速 $c=3\times 10^8\text{m/s}$) ()

- A. 10^{-21}J B. 10^{-18}J C. 10^{-15}J D. 10^{-12}J

7. 某种放射性元素的半衰期为 4 天, 现在取这种元素 2kg , 经过 12 天后, 发生衰变的元素质量为 ()

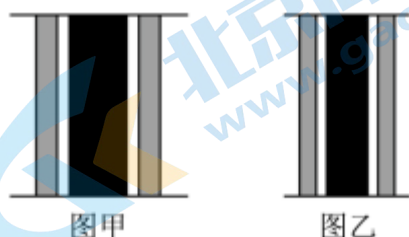
- A. 1.75kg B. 1.5kg C. 0.5kg D. 1.0kg

8. 如图, 甲分子固定在坐标原点 O , 乙分子位于 x 轴上, 甲分子对乙分子的作用力与两分子间距离的关系如图中曲线所示。 $F>0$ 为斥力, $F<0$ 为引力。 a 、 b 、 c 、 d 为 x 轴上四个特定的位置。现把乙分子从 a 处由静止释放, 则 ()



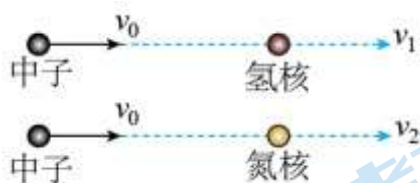
- A. 乙分子从 a 运动到 c , 分子间作用力一直增大
- B. 乙分子从 a 运动到 d , 分子间作用力先增大后减小再增大
- C. 乙分子从 a 运动到 d , 两分子间的分子势能先增大后减小
- D. 乙分子从 a 运动到 d , 在 b 点时两分子间的分子势能最小

9. 图甲和图乙所示的是 a 、 b 两束单色光分别用同一单缝装置进行实验, 在距装置恒定距离的屏上得到的图样, 图甲是 a 光照射时形成的图样, 图乙是 b 光照射时形成的图样。下列说法正确的是 ()



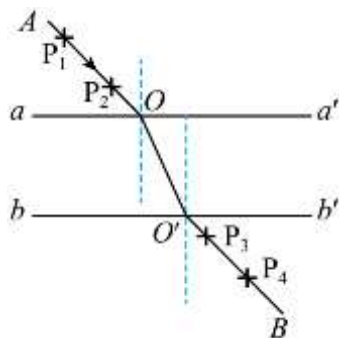
- A. 甲、乙图样是 a 、 b 两单色光的干涉图样
- B. b 光的频率较小
- C. 在水中 a 光波长较长
- D. a 光光子的能量较大

10. 1932 年，查德威克用未知射线轰击氢核，发现这种射线是由质量与质子大致相等的中性粒子（即中子）组成的。如图所示，中子以速度 v_0 分别碰撞静止的氢核和氮核，碰撞后氢核和氮核的速度分别为 v_1 和 v_2 。设碰撞为弹性正碰，下列说法正确的是（ ）



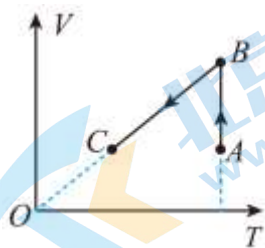
- A. 碰撞后氮核的动量比氢核的大
- B. v_2 大于 v_1
- C. 碰撞后氮核的动能比氢核的小
- D. v_2 小于 v_0

11. 如图所示，在“测定玻璃砖的折射率”的实验中，将玻璃砖在白纸上放好， aa' 和 bb' 分别是玻璃砖与空气的两个界面，图中两界面平行。在玻璃砖的一侧画直线 AO 与 aa' 交于 O ，在 AO 上插两枚大头针 P_1 和 P_2 ，用“+”表示大头针的位置， b 然后在另一侧透过玻璃砖观察，并依次插上大头针 P_3 和 P_4 。下列说法正确的是（ ）



- A. P_4 只需挡住 P_1 、 P_2 的像
- B. 入射光线 AO 与其射出玻璃砖的光线 $O'B$ 是平行的
- C. 若玻璃砖厚度增加，则沿 AO 入射的光线经过玻璃砖后的侧移会增加
- D. 若两个界面 aa' 和 bb' 不平行，将不能完成实验

12. 一定质量的理想气体从状态 A 经过状态 B 变化到状态 C ，其 $V-T$ 图像如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A. $A \rightarrow B$ 的过程中，气体的压强一定变大

B. $A \rightarrow B$ 的过程中，气体分子的平均动能变大

C. $B \rightarrow C$ 的过程中，气体内能一定增加

D. $B \rightarrow C$ 的过程中，气体一定放出热量

13. 在一个反应堆中用石墨做慢化剂使快中子减速。碳核的质量是中子的 12 倍，假设中子与碳核的每次碰撞都是弹性正碰，而且认为碰撞前碳核都是静止的。设碰撞前中子的动能是 E_k ，中子经过 2 次与碳核的碰撞后，其动能变为 ()

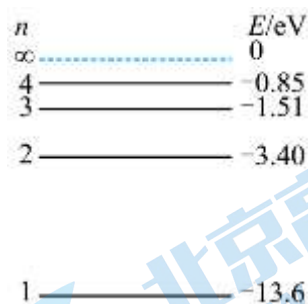
A. $0.35E_k$

B. $0.41E_k$

C. $0.52E_k$

D. $0.72E_k$

14. 已知可见光光子能量范围为 $1.62\text{eV} \sim 3.11\text{eV}$ ，氢原子能级图如图所示。下列说法正确的是 ()



A. 氢原子从 $n=4$ 的能级向 $n=2$ 的能级跃迁时会辐射出可见光

B. 氢原子从高能级向低能级跃迁时可能会辐射出 γ 射线

C. 处于 $n=2$ 能级的氢原子可以吸收某一频率的红外线而跃迁到高能级

D. 大量处于 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，可能发出 6 种不同频率的光

15. 正方体密闭容器中有一定质量的某种气体，单位体积内气体分子数为 n 。我们假定：气体分子大小可以忽略；每个气体分子质量为 m ，其速率均为 v ，分子与器壁各面碰撞的机会均等；与器壁碰撞前后瞬间，气体分子速度方向都与器壁垂直，且速率不变。则气体对容器壁的压强为 ()

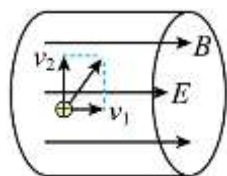
A. $\frac{2}{3}nmv^2$

B. $\frac{1}{3}n^2mv^2$

C. $\frac{1}{6}n^2mv^2$

D. $\frac{1}{3}nmv^2$

16. 2021 年中国全超导托卡马克核聚变实验装置创造了新的纪录。为粗略了解等离子体在托卡马克环形真空室内的运动状况，某同学将一小段真空室内的电场和磁场理想化为方向均水平向右的匀强电场和匀强磁场（如图），电场强度大小为 E ，磁感应强度大小为 B 。若电荷量为 q 的正离子在此电场和磁场中运动，某时刻其速度平行于磁场方向的分量大小为 v_1 ，垂直于磁场方向的分量大小为 v_2 ，不计离子重力，则 ()



A. 电场力的瞬时功率为 qEv_1

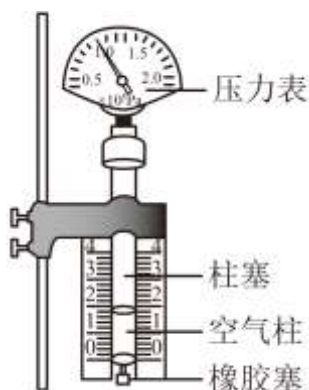
B. 该离子受到的洛伦兹力大小为 qBv_2

C. v_1 与 v_2 的比值保持不变

D. 该离子的加速度大小保持不变

第二部分 本部分共 6 题，共 52 分。

17. 某同学用如图所示装置探究气体做等温变化的规律：

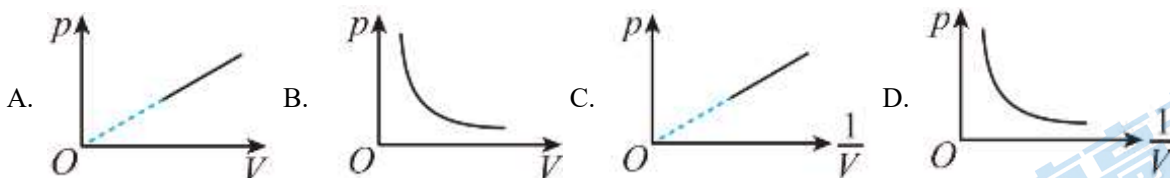


(1) 在实验中，下列哪些操作不是必需的_____；

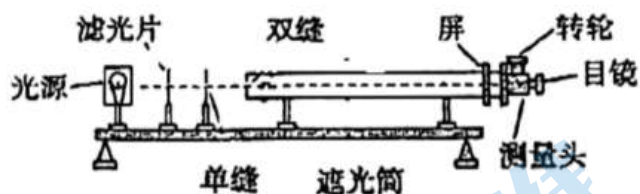
- A. 用橡胶塞密封注射器的下端
- B. 用游标卡尺测量柱塞的直径
- C. 读取压力表上显示的气压值
- D. 读取刻度尺上显示的空气柱长度

(2) 实验装置用铁架台固定，而不是用手握住玻璃管（或注射器），并且在实验中要缓慢推动活塞，这些要求的目的是_____；

(3) 下列图像中，最能直观反映气体做等温变化的规律的是_____。



18. 同学们利用图示装置测量某种单色光的波长。实验时，接通电源使光源（灯泡）正常发光，调整仪器从目镜中可以观察到干涉条纹。



(1) 若想增加从目镜中观察到的条纹个数，下列操作可行的是_____。

- A. 将单缝向双缝靠近
- B. 将屏向靠近双缝的方向移动
- C. 将屏向远离双缝的方向移动
- D. 使用间距更小的双缝

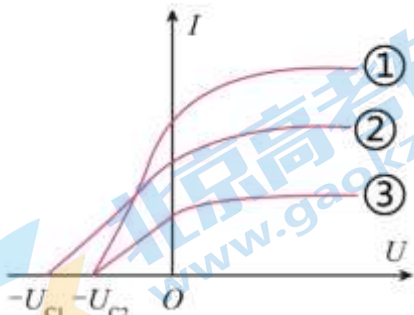
(2) 若双缝的间距为 d ，屏与双缝间的距离为 l 。测得第一条亮纹中央到第 n 条亮纹中央间距离为 x ，则单

色光的波长 $\lambda =$ _____。

(3) 若只将滤光片去掉, 下列说法正确的是_____。

- A. 屏上出现彩色衍射条纹, 中央是紫色亮纹
- B. 屏上出现彩色衍射条纹, 中央是白色亮纹
- C. 屏上出现彩色干涉条纹, 中央是红色亮纹
- D. 屏上出现彩色干涉条纹, 中央是白色亮纹

(4) 随着学习的不断深入, 同学们对光的本性有了更为丰富的认识。现在我们知道光线具有波动性, 又具有粒子性。光电效应现象是证明光具有粒子性的重要证据。在研究光电效应的实验中, 得到如图所示的光电流与电压的关系, 对此图像的下列说法中, 正确的是_____。



- A. 图线①所对应的照射光频率高于图线②对应的
- B. 图线①所对应的照射光频率高于图线③对应的
- C. 图线①所对应的照射光强度大于图线③对应的
- D. 若图线①对应的照射光是绿光, 图线②对应的可能是红光

19. 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中:

(1) 将 1cm^3 的油酸溶于酒精, 制成 1000cm^3 的油酸酒精溶液, 已知 1cm^3 溶液有 50 滴。现取 1 滴油酸酒精溶液滴在水上, 油酸在水面上形成一层簿层, 其面积约为 250cm^2 、由以上数据可估算出油酸分子的直径约为 _____ m (计算结果保留两位有效数字)。

(2) 某同学在实验中的计算结果明显偏小, 可能的原因是_____。

- A. 油酸还未完全散开
- B. 求每滴溶液的体积时, 1cm^3 溶液的滴数少记了 10 滴
- C. 油酸酒精溶液久置, 酒精挥发使溶液的浓度发生了变化
- D. 计算油膜面积时, 将所有不足一格的方格都当作一个格来计算

20. 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 一个静止的放射性原子核发生了一次 α 衰变。放射出的 α 粒子(${}^4_2\text{He}$) 在与磁场垂直的平面内做圆周运动, 其轨道半径为 R 。以 m 、 q 分别表示 α 粒子的质量和电荷量。

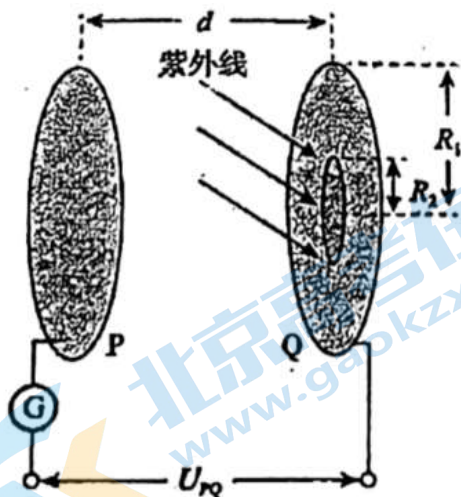
(1) α 粒子的圆周运动可以等效成一个环形电流, 求圆周运动的周期和环形电流大小;

(2) 设该衰变过程释放的核能都转化为 α 粒子和新核的动能, 新核的质量为 M , 真空中光速为 c , 求衰变过程的质量亏损 Δm 。

21. 真空中一对半径均为 R_1 的圆形金属板 P、Q 圆心正对平行放置, 两板距离为 d , Q 板中心镀有一层半径为 R_2 ($R_2 < R_1$) 的圆形锌金属薄膜。Q 板受到紫外线持续照射后, 锌薄膜中的电子可吸收光的能量而逸出。

现将两金属板 P、Q 与两端电压 U_{PQ} 可调的电源、灵敏电流计 G 连接成如图所示的电路。已知单位时间内从锌薄膜中逸出的光电子数为 n 、逸出时的最大动能为 E_{km} ，电子电荷量为 e ，且光电子逸出的方向各不相同。忽略光电子的重力以及光电子之间的相互作用，不考虑平行板的边缘效应，光照条件保持不变，只有锌金属薄膜发生光电效应。

- (1) 调整电源两端电压，使灵敏电流计示数恰好为零，求此时电压 U ；
- (2) 实验发现，当 U_{PQ} 大于或等于某一电压值 U_m 时灵敏电流计示数始终为最大值 I_m ，求 I_m 和 U_m 。



22. 玻尔建立的氢原子模型，仍然把电子的运动视为经典力学描述下的轨道运动。他认为，氢原子中的电子在库仑力的作用下，绕原子核做匀速圆周运动。已知电子质量为 m ，元电荷为 e ，静电力常量为 k ，氢原子处于基态时电子的轨道半径为 r_1 。

- (1) 氢原子处于基态时，电子绕原子核运动，可等效为环形电流，求此等效电流值。
- (2) 氢原子的能量等于电子绕原子核运动的动能、电子与原子核系统的电势能的总和。已知当取无穷远处电势为零时，点电荷电场中离场源电荷 q 为 r 处的各点的电势 $\phi = k \frac{q}{r}$ 。求处于基态的氢原子的能量。
- (3) 处在激发态的氢原子向能量较低的状态跃迁时会发出一系列不同频率的光，形成氢光谱。氢光谱线的波长可以用下面的巴耳末—里德伯公式来表示

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n, k \text{ 分别表示氢原子跃迁前后所处状态的量子数. } k=1, 2, 3, \dots \text{ 对于每一个 } k,$$

有 $n=k+1, k+2, k+3, \dots$ R 称为里德伯常量，是一个已知量。对于 $k=1$ 的一系列谱线其波长处在紫外线区，称为赖曼系； $k=2$ 的一系列谱线其波长处在可见光区，称为巴耳末系。用氢原子发出的光照射某种金属进行光电效应实验，当用赖曼系波长最短的光照射时，遏止电压的大小为 U_1 ；当用巴耳末系波长最长的光照射时，遏止电压的大小为 U_2 。真空中的光速为 c 。求：普朗克常量和该种金属的逸出功。

参考答案

第一部分

本部分为不定项选择题，共 16 小题，每小题 3 分，共 48 分。

1. 【答案】AD

- 【详解】A. 物体从外界吸收热量，如果同时对外做功，其内能有可能不变，故 A 正确；
B. 物体对外界做功，如果同时从外界吸收热量，其内能不一定减少，故 B 错误；
C. 物体温度降低，其分子热运动的平均动能减小，故 C 错误；
D. 物体温度升高，其分子热运动的平均动能增大，故 D 正确。

故选 AD。

2. 【答案】CD

- 【详解】A. 白光经过三棱镜得到彩色图样是光在折射时产生的色散现象，故 A 错误；
B. 出现泊松亮斑的原理是光的衍射，故 B 错误；
C. 根据光的干涉定义可知白光经过杨氏双缝得到彩色图样是杨氏双缝干涉，故 C 正确；
D. 由于重力的作用，肥皂膜形成了上薄下厚的薄膜，光线通过薄膜时频率不变，干涉条纹的产生是由于光线在薄膜前后两表面反射形成的两列光波的叠加，白光照射肥皂膜呈现彩色图样是属于干涉现象，故 D 正确。

故选 CD。

3. 【答案】BD

- 【详解】一定质量的理想气体，在温度保持不变的条件下，则气体内能不变；若气体体积减小，外界一定对气体做正功；根据理想气体状态方程

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

可知气体压强与体积的乘积不变，气体的压强一定增大。

故选 BD。

4. 【答案】ABC

- 【详解】A. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应，故 A 正确；
B. ${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + {}^0_{-1}\text{e}$ 是 β 衰变，故 B 正确；
C. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$ 是核裂变反应，故 C 正确；
D. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 2{}^1_0\text{n}$ 是核裂变反应，故 D 错误。

故选 ABC。

5. 【答案】BCD

- 【详解】A. 根据折射定律可得

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

由图可知，两束单色光在空气中的折射角*i*一样，单色光*a*在水中的入射角大于单色光*b*在水中的入射角，即 $r_a > r_b$ ，则有

$$n_a < n_b$$

可知水对*a*光的折射率较小，故 A 错误；

B. 根据全反射临界角公式

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

由于 $n_a < n_b$ ，可知从水射向空气时，*a*光全反射的临界角大于*b*光的临界角，故 B 正确；

C. 两束光在从水进入空气时频率均保持不变，故 C 正确；

D. 根据

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

由于 $n_a < n_b$ ，可知*a*光在水中的传播速度较大，故 D 正确。

故选 BCD。

6. 【答案】B

【详解】一个处于极紫外波段的光子的能量约为

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.67 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{100 \times 10^{-9}} \text{ J} \approx 2 \times 10^{-18} \text{ J}$$

由题意可知，光子的能量应比电离一个分子的能量稍大，因此数量级应相同。

故选 B。

【点睛】根据题意可知光子的能量足以电离一个分子，因此该光子的能量应比该分子的电离能大，同时又不能把分子打碎，因此两者能量具有相同的数量级，不能大太多。

7. 【答案】A

【详解】12 天表示半衰期的个数为

$$n = \frac{t}{T} = 3$$

根据半衰期公式有

$$m_{\text{余}} = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = 2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{4} \text{ kg}$$

则发生衰变的元素质量为

$$m = m_0 - m_{\text{余}} = \left(2 - \frac{1}{4}\right) \text{ kg} = 1.75 \text{ kg}$$

故选 A。

8. 【答案】B

【详解】A. 根据图像可知，乙分子从*a*运动到*c*，受到的分子力表现为引力，分子间作用力先增大后减

小，故 A 错误；

B. 根据图像可知，乙分子从 a 运动到 d ，受到的分子力先表现为引力后表现为斥力，分子间作用力先增大后减小再增大，故 B 正确；

C. 根据图像可知，乙分子从 a 运动到 d ，受到的分子力先表现为引力后表现为斥力，分子间的作用力先做正功后做负功，则两分子间的分子势能先减小后增大，故 C 错误；

D. 结合上述可知，乙分子从 a 运动到 c ，分子势能一直减小，从 c 运动到 d ，分子势能一直增大，可知，在 c 点时两分子间的分子势能最小，故 D 错误。

故选 B。

9. 【答案】C

【详解】A. 甲、乙图样是 a 、 b 两单色光的衍射图样，故 A 错误；

BD. 由于图甲和图乙是由同一条单缝照射而形成的图样，波长越长的，中央亮条纹的宽度越大，则 a 光的波长大于 b 光的波长， a 光的频率小于 b 光的频率，根据光子能量表达式

$$\varepsilon = h\nu$$

可知 a 光光子的能量较小，故 BD 错误；

C. a 光的频率小于 b 光的频率，则水对 a 光的折射率小于对 b 光的折射率，根据

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

可知在水中 a 光的速度大于 b 光的速度，根据

$$\lambda = vT = v \cdot \frac{1}{f}$$

可知在水中 a 光波长大于 b 光波长，故 C 正确。

故选 C。

10. 【答案】ACD

【详解】BD. 设中子的质量为 m ，则氢核和氮核的质量分别为 m 、 $14m$ ；由于碰撞为弹性碰撞，选向右为正方向，由动量守恒定律得：中子与氢核碰撞

$$mv_0 = mv + mv_1$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$v_1 = v_0$$

中子与氮核碰撞

$$mv_0 = mv_n + 14mv_2$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_n^2 + \frac{1}{2} \times 14mv_2^2$$

解得

$$v_2 = \frac{2m}{14m + m}v_0 = \frac{2}{15}v_0$$

由以上结论可知， v_2 小于 v_1 ， v_2 小于 v_0 ，选项 B 错误，D 正确；

A. 碰撞后氢核动量为 mv_0 ，氮核动量为

$$E_k = 14m \times \frac{2}{15} v_0 = \frac{28}{15} mv_0^2, \text{ 氮核动量大于氢核动量, 故 A 正确;}$$

C. 碰撞后氮核的动能为

$$\frac{1}{2} \times 14m \times \frac{4}{225} v_0^2 = \frac{28mv_0^2}{225}$$

氢核的动能为 $\frac{1}{2} mv_0^2$ ，所以碰撞后氮核的动能比氢核的小，故 C 正确。

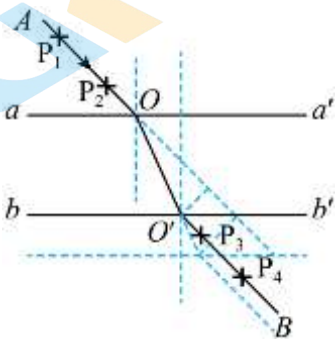
故选 ACD。

11. 【答案】BC

【详解】A. P_4 需要同时挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像，故 A 错误；

B. 由于玻璃砖与空气的两个界面平行，根据光路可逆可知，入射光线 AO 与其射出玻璃砖的光线 $O'B$ 是平行的，故 B 正确；

C. 若玻璃砖厚度增加，如图所示



由图可知沿 AO 入射的光线经过玻璃砖后的侧移会增加，故 C 正确；

D. 若两个界面 aa' 和 bb' 不平行，仍能完成实验，故 D 错误。

故选 BC。

12. 【答案】D

【详解】A. $A \rightarrow B$ 的过程中，温度不变体积变大，据 $\frac{pV}{T} = C$ 可知，气体的压强一定变小，A 错误；

B. $A \rightarrow B$ 的过程中，气体温度不变，分子的平均动能不变，B 错误；

CD. 由理想气体状态方程可得

$$V = \frac{C}{p} \cdot T$$

$B \rightarrow C$ 的过程中，图线为过原点倾斜直线，气体压强不变，温度降低体积变小，气体内能一定减少，体积变小外界对气体做功，据热力学第一定律可知，气体一定放出热量，C 错误，D 正确。

故选 D。

13. 【答案】C

【详解】中子与原子核相碰，系统的合外力为0，动量守恒。设中子的质量为 m ，碰撞前的速度为 v_0 ，碰撞后的速度为 v_1 ，碳核碰后的速度为 v_2 。规定中子原来的速度方向为正方向，由动量守恒定律有

$$mv_0 = mv_1 + 12mv_2$$

由能量守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 12mv_2^2$$

由上式解得

$$v_1 = -\frac{11}{13}v_0$$

中子剩余的动能是

$$E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{11}{13}v_0\right)^2 = \left(\frac{11}{13}\right)^2 E_k$$

中子经过2次与碳核的碰撞后，其动能变为

$$E_{k2} = \left(\frac{11}{13}\right)^4 E_k = 0.52E_k$$

故选 C。

14. 【答案】A

【详解】A. 氢原子从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射光子能量为

$$\Delta E = -0.85\text{eV} - (-3.40\text{eV}) = 2.55\text{eV}$$

在可见光范围之内，故 A 正确；

B. γ 射线为重核衰变或裂变时才会放出，氢原子跃迁无法辐射 γ 射线，故 B 错误；

C. 红外线光子的能量为 $0.55\text{eV} \sim 1.62\text{eV}$ ，要使处于 $n=2$ 能级的氢原子到 $n=3$ 能级，需要吸收的能量为

$$E = -1.51\text{eV} - E_2 = -1.51\text{eV} - (-3.4) = 1.89\text{eV} > 1.62\text{eV}$$

所以处于 $n=2$ 能级的氢原子不可以吸收某一频率的红外线而跃迁到高能级，故 C 错误；

D. 大量氢原子从 $n=4$ 能级向低能级跃迁时，一共可辐射出 $C_4^2 = 6$ 种频率的光子，但在可见光范围内的只有 2 种，故 D 错误。

故选 A。

15. 【答案】D

【详解】由题设可知，一个气体分子每与器壁碰撞一次，给器壁的冲量大小为

$$\Delta I = 2mv$$

以器壁上面积为 S 的部分为底、 $v\Delta t$ 为高构成柱体，则其内有 $\frac{1}{6}$ 的气体分子在 Δt 时间内与该柱体的底发生

碰撞，碰撞的分子数为

$$N = \frac{1}{6} \times n \times S \times v\Delta t$$

则 Δt 时间内气体分子给器壁的冲量为

$$I = N \cdot \Delta I = \frac{1}{3} n S m v^2 \Delta t$$

器壁受到的压力为

$$F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{1}{3} n S m v^2$$

则气体对器壁的压强为

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} n m v^2$$

故选 D。

16. 【答案】 ABD

【详解】 A. 根据功率的计算公式

$$P = F v \cos \theta$$

可知电场力的瞬时功率为

$$P = q E v_1$$

故 A 正确；

B. 由于 v_1 与磁场 B 平行，则根据洛伦兹力的计算公式可知该离子受到的洛伦兹力大小为

$$F_{\text{洛}} = q B v_2$$

故 B 正确；

C. 根据运动的叠加原理可知，离子在垂直于纸面内做匀速圆周运动，沿水平方向做加速运动，则 v_1 增大，

v_2 不变， $\frac{v_1}{v_2}$ 的比值不断增大，故 C 错误；

D. 离子受到的电场力不变，洛伦兹力大小不变，方向总是与电场力方向垂直，则该离子受到的合力大小不变，该离子的加速度大小保持不变，故 D 正确。

故选 ABD。

第二部分 本部分共 6 题，共 52 分。

17. 【答案】 ①. B ②. 尽可能保证封闭气体在状态变化过程中的温度不变 ③. C

【详解】 (1)[1] A. 用橡胶塞密封注射器的下端，是为了封住一定量的气体，故 A 是必要的，不符合题意；

B. 没有必要测量柱塞的直径，由于整个过程中，截面不变，知道长度就可以，列方程时，两边把截面可以消掉，故 B 没必要，符合题意；

C. 读取压力表上显示的气压值，知道初末状态的气压值，故 C 是必要的，不符合题意；

D. 读取刻度尺上显示的空气柱长度来表示空气的体积，故 D 是必要的，不符合题意。

故选 B。

(2)[2] 尽可能保证封闭气体在状态变化过程中的温度不变。

(3)[3]图象中直线比曲线直观,在等温变化中, P 与 $\frac{1}{V}$ 成正比,因此画 $P-\frac{1}{V}$ 图象,应是一条过坐标原点的直线,故C正确,ABD错误。

故选C。

18.【答案】 ①. B ②. $\frac{xd}{(n-1)l}$ ③. D ④. C

【详解】(1) [1]增加从目镜中观察到的条纹个数,则条纹的宽度减小,根据相邻亮条纹间的距离为

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

则为了减小相邻亮条纹(暗条纹)间的宽度,可增大双缝间距离 d 或减小双缝到屏的距离 l 。

故选B。

(2) [2]第1条暗条纹到第 n 条暗条纹之间的距离为 x ,则两个相邻明纹(或暗纹)间的距离为

$$\Delta x = \frac{x}{n-1}$$

则单色光的波长为

$$\lambda = \frac{xd}{(n-1)l}$$

(3) [3]如果没有插滤光片,各种颜色的光都会发生干涉,在光屏的中央出现白色条纹,两边是彩色条纹。

故选D。

(4) [4]AB. 研究光电效应时,当加上反向电压可测出动能最大的光电子减速到零刚好到达极板,有

$$eU_c = E_{km} = h\nu - W_0$$

则有反向遏止电压越大,对应的入射光的频率越高,由图像可知

$$\nu_2 > \nu_1 = \nu_3$$

图线①所对应的照射光频率低于图线②对应的,图线①所对应的照射光频率等于图线③对应的,故AB错误;

C. 光电管加正向电压时,光电子做加速运动,能够到达极板的光电子越多,光电流越大,当光电效应的光电子全部导电,得到饱和光电流,有

$$I_m = \frac{ne}{t}$$

图线①和图线①的所对应的入射光的频率相同,而图线①的饱和光电流较大,则单位时间产生的光电子较多,即所对应的照射光强度较大,故C正确;

D. 因 $\nu_2 > \nu_1$,若图线①对应的照射光是绿光,图线②对应的不可能是红光,故D错误。

故选C。

19.【答案】 ①. 8.0×10^{-10} ②. CD##DC

【详解】(1) [1]一滴油酸的体积为

$$V_0 = \frac{1}{1000 \times 50} \text{cm}^3 = 2 \times 10^{-5} \text{cm}^3 = 2 \times 10^{-11} \text{m}^3$$

油酸分子的直径为

$$d = \frac{V_0}{S} = \frac{2 \times 10^{-11}}{250 \times 10^{-4}} \text{m} = 8.0 \times 10^{-10} \text{m}$$

(2) [2]A. 计算油酸分子直径时要用到 $d = \frac{V_0}{S}$, 油酸未完全散开, 则 S 偏小, 故直径偏大, 故 A 错误;

B. 求每滴体积时, 1cm^3 的溶液的滴数少记了 10 滴, 由 $V_0 = \frac{V}{n}$ 可知, 体积 V_0 偏大, 则直径偏大, 故 B 错误;

C. 油酸酒精溶液久置, 酒精挥发使溶液的浓度变大, 则 S 偏大, 会导致计算结果偏小, 故 C 正确;

D. 计算油膜面积时, 将所有不足一格的方格都当作一个格来计算, 则 S 偏大, 会导致计算结果偏小, 故 D 正确。

故选 CD。

20. 【答案】(1) $T = \frac{2\pi m}{Bq}$; $I = \frac{Bq^2}{2\pi m}$; (2) $\Delta m = (\frac{1}{m} + \frac{1}{M}) \frac{(BqR)^2}{2c^2}$

【详解】(1) α 粒子做圆周运动, 洛伦兹力做向心力, 设圆周运动的速率为 v , 则有

$$Bvq = \frac{mv^2}{R}$$

则圆周运动的周期

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{Bq}$$

那么相当于环形电流在周期 T 内通过的电量为 q , 则等效环形电流大小

$$I = \frac{q}{T} = \frac{Bq^2}{2\pi m}$$

(2) 因为衰变时间极短, 且衰变时内力远远大于外力, 故认为在衰变过程中外力可忽略, 则有动量守恒, 设新核的速度为 v' , 则有

$$mv + Mv' = 0$$

由 (1) 可得

$$v = \frac{BqR}{m}$$

所以

$$v' = -\frac{BqR}{M}$$

则衰变过程使两粒子获得动能

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Mv'^2 = \frac{(BqR)^2}{2m} + \frac{(BqR)^2}{2M} = (\frac{1}{m} + \frac{1}{M}) \frac{(BqR)^2}{2}$$

由于衰变过程，质量亏损产生的核能全部转化为粒子的动能，故衰变过程的质量亏损

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M}\right) \frac{(BqR)^2}{2c^2}$$

21. 【答案】(1) $\frac{E_{km}}{e}$; (2) ne , $\frac{4E_{km}d^2}{e(R_1 - R_2)^2}$

【详解】(1) 当从金属板 Q 逸出时的电子，最大初动能为 E_{km} 且方向垂直于极板 P，恰好不能到达极板 P 时，此时灵敏电流计的示数为零，根据动能定理

$$-eU = 0 - E_{km}$$

解得

$$U = \frac{E_{km}}{e}$$

负号表示 P 板电势比 Q 板电势低。

(2) 当从 R_2 边缘逸出的光电子，动能为 E_{km} 且方向平行于极板 Q 飞出后，恰好打到 P 的边缘时，此时两极板电压为 U_m ，根据平抛运动知识可知

$$v_0 t = R_1 - R_2$$

$$d = \frac{1}{2} a t^2$$

而

$$E_{km} = \frac{1}{2} m v_0^2, \quad a = \frac{U_m e}{d m}$$

联立解得

$$U_m = \frac{4E_{km}d^2}{e(R_1 - R_2)^2}$$

此时所有逸出电子都打到 P 极板上，电流强度为最大值

$$I_m = ne$$

22. 【答案】(1) $I = \frac{e^2}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m r_1^3}}$ (2) $E_1 = -\frac{ke^2}{2r_1}$ (3) $h = \frac{36e(U_1 - U_2)}{31Rc}$ $W = \frac{5}{31} eU_1 - \frac{36}{31} eU_2$

【详解】(1) 电子绕原子核做匀速圆周运动： $k \frac{e^2}{r_1^2} = m \frac{v_1^2}{r_1}$

$$T = \frac{2\pi r_1}{v_1}$$

解得 $T = \frac{2\pi}{e} \sqrt{\frac{m r_1^3}{k}}$

电子绕原子核运动的等效电流 $I = \frac{e}{T}$

$$I = \frac{e^2}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{mr_1^3}}$$

$$(2) \text{ 处于基态的氢原子的电子的动能 } E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{ke^2}{2r_1}$$

取无穷远处电势为零，距氢原子核为 r 处的电势 $\varphi = k \frac{e}{r_1}$

$$\text{处于基态的氢原子的电势能 } E_{p1} = -e\varphi = -\frac{ke^2}{r_1}$$

$$\text{所以，处于基态的氢原子的能量 } E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = -\frac{ke^2}{2r_1}$$

$$(3) \text{ 由巴耳末—里德伯公式 } \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

可知赖曼系波长最短的光是氢原子由 $n = \infty \rightarrow k = 1$ 跃迁发出，其波长的倒数

$$\frac{1}{\lambda_{1\infty}} = R$$

对应的光子能量为 $E_{1\infty} = hc \frac{1}{\lambda_{1\infty}} = hcR$ ，式中 h 为普朗克常量。

巴耳末系波长最长的光是氢原子由 $n = 3 \rightarrow k = 2$ 跃迁发出，其波长的倒数

$$\frac{1}{\lambda_{23}} = \frac{5R}{36}$$

$$\text{对应的光子能量 } E_{23} = \frac{5hcR}{36}$$

用 W 表示该金属的逸出功，则 eU_1 和 eU_2 分别为光电子的最大初动能。由光电效应方程

$$Rhc = eU_1 + W$$

$$\frac{5Rhc}{36} = eU_2 + W$$

$$\text{解得： } W = \frac{5}{31}eU_1 - \frac{36}{31}eU_2$$

$$h = \frac{36e(U_1 - U_2)}{31Rc}$$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

