

2022 届高三暑假物理学科体验

满分：100 分 时间：90 分钟

一、单项选择题：本题共 14 小题，每小题 2 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。

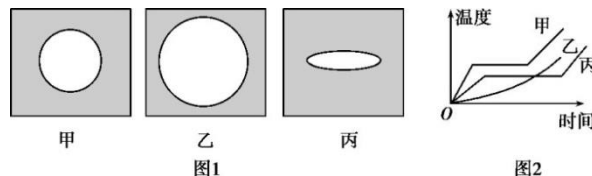
1. 下列各种说法中正确的是()

- A. 固体小颗粒越小，温度越高，布朗运动越显著
- B. 扩散现象能在气体中进行，不能在固体中进行
- C. 气体分子永不停息地做无规则运动，固体分子之间相对静止不动
- D. 如果一开始分子间距离大于 r_0 ，则随着分子间距离的增大，分子势能减小

2. 下列说法正确的是()

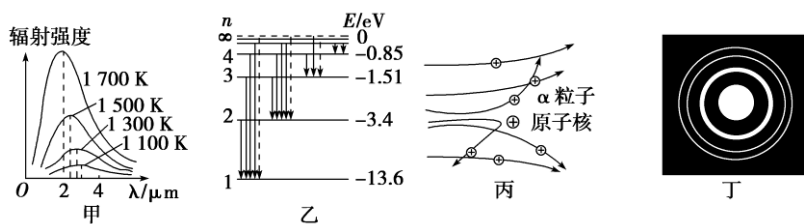
- A. 温度标志着物体内大量分子热运动的剧烈程度
- B. 内能是物体中所有分子热运动所具有的动能的总和
- C. 气体压强仅与气体分子的平均动能有关
- D. 气体膨胀对外做功且温度降低，分子的平均动能可能不变

3. 在甲、乙、丙三种固体薄片上涂上蜡，用烧热的针接触其上一点，蜡熔化的范围如图 1 所示。甲、乙、丙三种固体在熔化过程中温度随加热时间变化的关系如图 2 所示，则()



- A. 甲、乙为非晶体，丙是晶体
- B. 甲、乙、丙都为晶体
- C. 甲、丙为非晶体，乙是晶体
- D. 甲为多晶体，乙为非晶体，丙为单晶体

4. 下列四幅图涉及不同的物理知识，其中说法不正确的是()



- A. 图甲：普朗克通过研究黑体辐射提出能量子的概念，成为量子力学的奠基人之一
- B. 图乙：玻尔理论指出氢原子能级是分立的，所以原子发射光子的频率也是不连续的
- C. 图丙：卢瑟福通过分析 α 粒子散射实验结果，发现了质子和中子
- D. 图丁：根据电子束通过铝箔后的衍射图样，可以说明电子具有波动性

5. 下列说法正确的是()

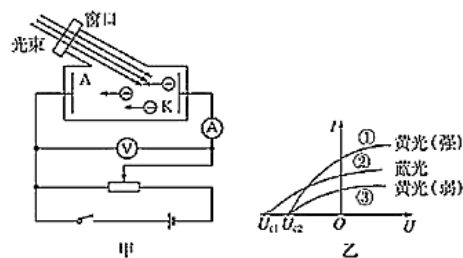
- A. 原子中的电子绕原子核高速运转时，运行轨道的半径是任意的
- B. 宏观物体的物质波波长非常小，极不易观察到它的波动性
- C. β 衰变中产生的 β 射线实际上是原子的核外电子挣脱原子核的束缚而形成的
- D. 已知氡的半衰期是 3.8 天，则 40 个氡原子核经过 3.8 天还剩下 20 个氡原子核

6. 关于量子化和物质的波粒二象性，下列说法正确的是()

- A. 爱因斯坦在研究黑体辐射时，为了解释黑体辐射的实验规律，提出了能量量子化
- B. 运动的微观粒子与光子一样，当它们通过一个小孔时，都没有特定的运动轨道
- C. 只有光子具有波粒二象性，运动的微粒不具有波粒二象性
- D. 光电效应和康普顿效应均揭示了光子具有动量

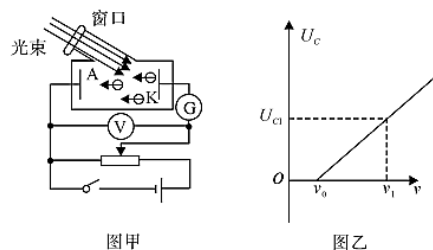
7. 如图甲是光电效应的实验装置图，图乙是光电流与加在阴极 K 和阳极 A 上的电压的关系图像，下列说法正确的是()

- A. 只要增大电压，光电流就会一直增大
 B. 不论哪种颜色的入射光，只要光足够强，就能发生光电效应
 C. 由图线①、③可知在光的颜色不变的情况下，入射光越强，饱和光电流越大
 D. 由图线①、②、③可知对某种确定的金属来说，其遏止电压只由入射光的强度和频率决定



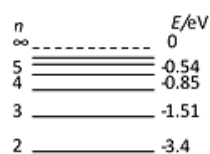
8. 图甲是“光电效应”实验电路图，图乙为某次“光电效应”实验中得到的同一光电管两端的遏止电压 U_c 随入射光频率 ν 变化的函数关系图象。下列判断正确的是 ()

- A. 入射光的频率 ν 不同，遏止电压 U_c 相同
 B. 可以利用图甲的电路研究“光照强度不变时，随着电压表示数的增大，光电流趋于一个饱和值”
 C. 只要光的光照强度相同，光电子的最大初动能就一定相同
 D. 入射光的频率 ν 不同，光照强度不同， $U_c - \nu$ 图象的斜率相同



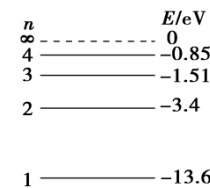
9. 氢原子能级示意如图。现有大量氢原子处于 $n=3$ 能级上，下列正确的是 ()

- A. 这些原子跃迁过程中最多可辐射出 6 种频率的光子
 B. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率低
 C. 从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级需吸收 0.66eV 的能量
 D. $n=3$ 能级的氢原子电离至少需要吸收 13.6eV 的能量

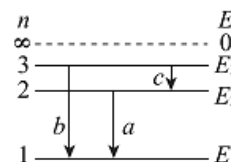


10. 氢原子的能级如图所示，已知可见光的光子能量范围约为 1.62~3.11eV。下列说法正确的是 ()

- A. 氢原子从高能级跃迁到基态时，会辐射 γ 射线
 B. 大量氢原子从高能级向 $n=3$ 能级跃迁时，可能发出可见光
 C. 处于 $n=3$ 能级的氢原子可以吸收任意频率的紫外线，并发生电离
 D. 一个处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时，最多可能发出 3 种不同频率的光



11. 氢原子的能级图如图所示，当氢原子从 $n=3$ 的能级跃迁到 $n=1$ 的能级时，能够辐射出 a 、 b 、 c 三种频率的光子，设 a 、 b 、 c 三种频率光子的频率和能量分

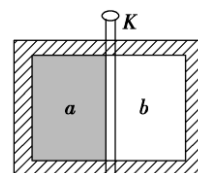


别是 ν_a 、 ν_b 、 ν_c 和 E_a 、 E_b 、 E_c ，下列说法正确的是 ()

- A. $E_b = E_a - E_c$ B. $E_a = E_b - E_c$ C. $\nu_a = \nu_b + \nu_c$ D. $\nu_a = \nu_c - \nu_b$

12. 如图，一绝热容器被隔板 K 隔开成 a 、 b 两部分。已知 a 内有一定量的稀薄气体， b 内为真空，抽开隔板 K 后， a 内气体进入 b ，最终达到平衡状态。在此过程中 ()

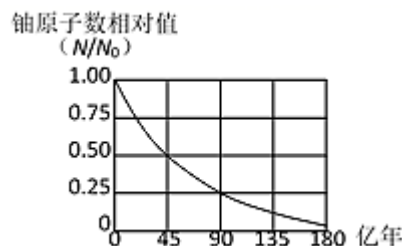
- A. 气体对外界做功，内能减少 B. 气体不做功，内能不变
 C. 气体压强变小，温度降低 D. 气体压强变大，温度降低



13. 在下列四个核反应式中， X 表示中子的是 ()

- A. ${}^{14}_7\text{N} + X \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ B. ${}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + X$
 C. $X + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{13}_7\text{N}$ D. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{90}_{38}\text{Sr} + {}^{136}_{54}\text{Xe} + 10X$

14. 地球的年龄到底有多大，科学家利用天然放射性元素的衰变规律，通过对目前发现最古老的岩石中铀和铅含量来推算。测得该岩石中现含有的铀是岩石形成初期时（岩石形成初期时不含铅）的一半，铀 238 衰变后形成铅 206，铀 238 的相对含量随时间变化规律如图所示，图中 N 为铀 238 的原子数， N_0 为铀和铅的总原子数。



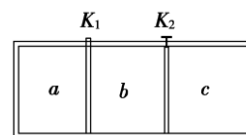
由此可以判断出 ()

- A. 铀 238 的半衰期为 90 亿年
- B. 地球的年龄大致为 90 亿年
- C. 被测定的岩石样品在 90 亿年时，铀、铅原子数之比约为 1 : 3
- D. 根据铀半衰期可知，20 个铀原子核经过一个半衰期后就剩下 10 个铀原子核

二、多项选择题：本题共 13 小题，每小题 3 分，共 39 分。在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题目要求的。全部选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

15. 下列叙述中，正确的是()
 - A. 同一温度下，气体分子速率呈现出“中间多，两头少”的分布规律
 - B. 布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒的分子无规则运动的反映
 - C. 第二类永动机是不可能制造出来的，尽管它不违反热力学第一定律，但它违反热力学第二定律
 - D. 物体熔化时吸热，分子平均动能不一定增加
16. 关于分子间相互作用力与分子间势能，下列说法正确的是()
 - A. 在 $10r_0$ 距离范围内，分子间总存在着相互作用的引力
 - B. 分子间作用力为零时，分子间的势能一定是零
 - C. 当分子间作用力表现为引力时，分子间的距离越大，分子势能越小
 - D. 分子间距离越大，分子间的斥力越小
17. 下列说法正确的是()
 - A. 食盐熔化过程中，温度保持不变，说明食盐是晶体
 - B. 浸润和不浸润现象是液体分子间相互作用的表现
 - C. 一定质量的 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水的内能大于等质量的 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰的内能
 - D. 一些昆虫可以停在水面上，是由于水表面存在表面张力的缘故
18. 下列说法正确的是()
 - A. 石墨和金刚石都是晶体，都是由碳元素组成的单质，但它们的原子排列方式不同
 - B. 晶体和非晶体在熔化过程中都吸收热量，温度不变
 - C. 液晶的光学性质随温度的变化而变化
 - D. 液晶的分子排列会因所加电压的变化而变化，由此引起光学性质的改变
19. 下列说法不正确的是()
 - A. 把一枚针轻放在水面上，它会浮在水面上，这是由于水表面存在表面张力的缘故
 - B. 在处于失重状态的宇宙飞船中，一大滴水银会成球状，是因为液体内部分子间有相互吸引力
 - C. 将玻璃管道裂口放在火上烧，它的尖端就变圆，是因为熔化的玻璃在表面张力的作用下，表面要收缩到最小的缘故
 - D. 漂浮在热菜汤表面上的油滴，从上面观察是圆形的，是因为油滴液体呈各向同性的缘故
20. 关于物体的内能，下列说法正确的是()
 - A. 相同质量的两种物质，升高相同的温度，内能的增加量一定相同
 - B. 物体的内能改变时温度不一定改变
 - C. 内能与物体的温度有关，所以 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的物体内能可为零
 - D. 分子数和温度相同的物体不一定具有相同的内能
21. 对于一定质量的理想气体，下列论述正确的是()
 - A. 若单位体积内分子个数不变，当分子热运动加剧时，压强一定变大
 - B. 若单位体积内分子个数不变，当分子热运动加剧时，压强可能不变
 - C. 若气体的压强不变而温度降低时，则单位体积内分子个数一定增加
 - D. 若气体的压强不变而温度降低时，则单位体积内分子个数可能不变
22. 关于固体、液体和物态变化，下列说法正确的是()
 - A. 天然石英表现为各向异性，是由于该物质的微粒在空间的排列不规则
 - B. 当分子间距离增大时，分子间的引力减小、斥力增大
 - C. 一定质量的理想气体，在压强不变时，气体分子每秒对器壁单位面积平均碰撞次数随温度升高而减小
 - D. 叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用
23. 如图所示，绝热容器被绝热隔板 K_1 ，卡销锁住的绝热光滑活塞 K_2 隔成 a 、 b 、 c 三部分， a 部分为真空， b 部分为一定质量的稀薄气体，且压强 $p_b < p_0$ ， c 与大气连通，则下列说法中正确的是()

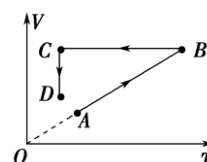
- A. 只打开隔板 K_1 , b 中气体对外做功, 内能减少
 B. 只打开隔板 K_1 , b 中气体不做功, 内能不变
 C. 只打开隔板 K_1 , b 中气体压强减小, 温度不变
 D. 只打开卡销 K_2 , b 中气体对外做功, 内能减小



24. 下列关于热力学第二定律的说法中正确的是()

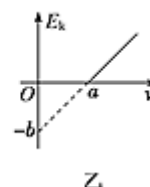
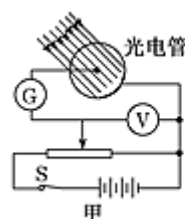
- A. 所有符合能量守恒定律的宏观过程都能真的发生
 B. 一切与热现象有关的宏观自然过程都是不可逆的
 C. 机械能可以全部转化为内能, 但内能无法全部转化成机械能而不引起其它变化
 D. 气体向真空的自由膨胀是可逆的

25. 如图所示, 一定质量的理想气体, 从图示 A 状态开始, 经历了 B 、 C 状态, 最后到 D 状态, 下列判断正确的是()



- A. $A \rightarrow B$ 过程温度升高, 压强不变
 B. $B \rightarrow C$ 过程体积不变, 压强变小
 C. $B \rightarrow C$ 过程体积不变, 压强不变
 D. $C \rightarrow D$ 过程体积变小, 压强变大

26. 用图甲所示的装置研究光电效应, 闭合电键 S , 用频率为 ν 的光照射光电管时发生了光电效应。图乙是该光电管发生光电效应时光电子的最大初动能 E_k 与入射光频率 ν 的关系图象, 图线与横轴的交点坐标为 $(a, 0)$, 与纵轴的交点坐标为 $(0, -b)$ 。下列说法正确的是()



- A. 该光电管阴极的极限频率为 a
 B. 普朗克常量为 $h = \frac{a}{b}$
 C. 断开开关 S 后, 电流表 G 的示数一定为零
 D. 仅增大入射光的频率, 则遏止电压也随之增大

27. 太阳现正处于主序星演化阶段, 它主要是由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 组成。维持太阳辐射的是它内部的核聚

变反应, 核反应方程是 $2x + 4\text{H} \rightarrow \text{He} + \text{释放的核能} \Delta E$, 这些核能最后转化为辐射能。根据目前关于恒

星演化的理论, 若由于聚变反应而使太阳中的 ${}^1_1\text{H}$ 核数目从现有数减少 10%, 太阳将离开主序星阶段而转

入红巨星的演化阶段。为了简化, 假定目前太阳全部由电子和 ${}^1_1\text{H}$ 核组成。已知质子质量

$m_p = 1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$, ${}^4_2\text{He}$ 质量 $m_{\text{He}} = 6.6458 \times 10^{-27} \text{ kg}$, 电子质量 $m_e = 0.9 \times 10^{-30} \text{ kg}$, 光速

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, 太阳质量 $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$, 太阳辐射功率为 $P = 4 \times 10^{26} \text{ W}$, 普朗克常量

$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 。下列结论正确的是()

- A. 核反应中的 x 是电子
 B. 释放的核能 ΔE 约为 $4.2 \times 10^{-12} \text{ J}$
 C. 若释放的核能全由波长为 300 nm 的光子组成, 一次核反应释放出的光子数约为 6.3×10^8 个
 D. 太阳继续保持在主序星阶段的时间约为 10^{10} 年

三、非选择题: 共 3 小题, 共 33 分。

28. (11 分) “用油膜法估测分子的大小”的实验方法及步骤如下:

- ①向体积 $V_{\text{油}} = 1 \text{ mL}$ 的油酸中加酒精, 直至总量达到 $V_{\text{总}} = 500 \text{ mL}$;
- ②用注射器吸取①中配制好的油酸酒精溶液, 把它一滴一滴地滴入小量筒中, 当滴入 $n = 100$ 滴时, 测得其体积恰好是 $V_0 = 1 \text{ mL}$;

③先往边长为 30~40 cm 的浅盘里倒入 2 cm 深的水，然后将_____均匀地撒在水面上；

④用注射器往水面上滴一滴油酸酒精溶液，待油酸薄膜形状稳定后，将事先准备好的玻璃板放在浅盘上，并在玻璃板上描下油酸膜的形状；

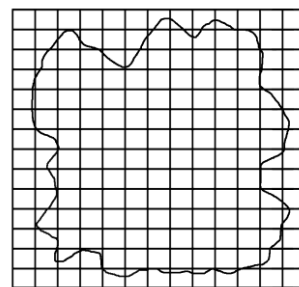
⑤将画有油酸膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上，如图所示，数出轮廓范围内小方格的个数 N ，小方格的边长 $l=20$ mm.

根据以上信息，回答下列问题：

(1)步骤③中应填写：_____；

(2)1 滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 V 是_____ mL；

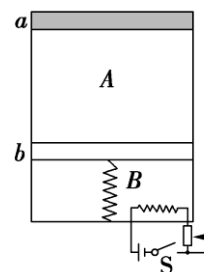
(3)油酸分子直径是_____ m。



29. (11 分) 如图所示，开口向上竖直放置的横截面积为 10 cm^2 的气缸内有 a 、 b 两个质量忽略不计的活塞，两个活塞把汽缸内的气体分割为两个独立的部分 A 和 B ， A 的长度为 30 cm， B 的长度是 A 长度的一半，汽缸和 b 活塞都是绝热的，活塞 a 导热性能良好，与活塞 b 和汽缸底部相连的轻弹簧劲度系数为 100 N/m ， B 部分下端有与电源相连的电热丝。初始状态 A 、 B 两部分气体的温度均为 27°C ，弹簧处于原长，活塞 a 刚好与汽缸口相齐平，开关 S 断开。若在活塞 a 上放上一个质量为 2 kg 的重物，则活塞 a 下降一段距离后静止。已知外界大气压强为 $p_0=1\times 10^5 \text{ Pa}$ ，重力加速度取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，求：

(1)稳定后 A 部分气柱的长度。

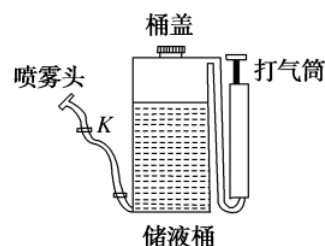
(2)合上开关 S ，对气体 B 进行加热，可以使 a 上升再次与汽缸口齐平，则此时气体 B 的温度为多少？



30. (11 分) 农药喷雾器的原理如图所示，储液筒与打气筒用软细管相连，先在桶内装药液，再拧紧桶盖并关闭阀门 K ，用打气筒给储液筒充气增大储液筒内的气压，然后再打开阀门，储液筒的液体就从喷雾头喷出，已知储液筒容器为 10 L (不计储液筒两端连接管体积)，打气筒每打一次气能向储液筒内压入空气 200 mL ，现在储液筒内装入 8 L 的药液后关紧桶盖和喷雾头开关，再用打气筒给储液筒打气。设周围大气压恒为 1 个标准大气压，打气过程中储液筒内气体温度与外界温度相同且保持不变，求：

(1)要使储液筒内药液上方的气体压强达到 3atm ，打气筒活塞需要循环工作的次数；

(2)打开喷雾头开关 K 直至储液筒的内外气压相同，储液筒内剩余药液的体积。



2022 届高三暑假物理学科体验答案

1-14 为单选, 每题 2 分, 共 28 分; 15-27 为多选, 每题 3 分, 部分对 2 分, 共 39 分

1.A 解析: 固体小颗粒越小, 表面积越小, 同一时刻撞击颗粒的液体分子数越少, 冲力越不平衡, 温度越高, 液体分子运动越激烈, 冲击力越大, 布朗运动越激烈, 故 A 正确; 一切物质的分子都在永不停息地做无规则运动, 扩散现象就是分子运动的结果, 所以固体、液体和气体之间都能发生扩散现象, 故 B、C 错误; 分子间距离大于 r_0 , 分子间表现为引力, 则随着分子间距离的增大, 分子力做负功, 分子势能增大, 故 D 错误。

2.A 解析: 温度是分子平均动能的量度(标志), A 对; 内能是物体内所有分子的分子动能和分子势能的总和, B 错; 气体压强不仅与分子的平均动能有关, 还与分子的密集程度有关, C 错; 温度降低, 则分子的平均动能变小, D 错。

3.D 解析: 由题图 1 可知, 甲、乙在导热性质上表现各向同性, 丙表现各向异性, 则丙为单晶体, 甲、乙为多晶体或非晶体; 由题图 2 可知, 甲、丙有固定的熔点, 乙无固定的熔点, 所以甲、丙为晶体, 乙是非晶体。综上, 甲是多晶体, 乙是非晶体, 丙为单晶体, 故 D 正确。

4.C 解析: A. 普朗克通过研究黑体辐射提出能量子的概念, 成为量子力学的奠基人之一, 故 A 正确; B. 玻尔理论指出氢原子能级是分立的, 所以原子发射光子的频率也是不连续的, 故 B 正确; C. 卢瑟福通过分析 α 粒子散射实验结果, 提出了原子的核式结构模型, 但没有发现质子和中子, 故 C 错误; D. 根据电子束通过铝箔后的衍射图样, 说明电子具有波动性, 故 D 正确。本题选不正确的, 故选 C。

5.B 解析: A. 根据玻尔理论, 原子中的电子绕原子核告诉运转的轨道半径是特定的, 故 A 错误; B. 宏观物体的物质波波长非常小, 极不易观察到它的波动性, 故 B 正确; C. β 衰变中产生的 β 射线实际上是原子核内的中子转化为质子时放出的电子, 故 C 错误; D. 半衰期是大量原子核衰变的统计规律, 对少量的原子核不适用, 故 D 错误。故选 B。

6.B 解析: A. 普朗克在研究黑体辐射时, 为了解释黑体辐射的实验规律, 提出了能量量子化, A 错误; B. 运动的微观粒子与光子一样, 当它们通过一个小孔时, 都没有特定的运动轨道, B 正确; C. 光子和运动的微粒都具有波粒二象性, C 错误; D. 光电效应和康普顿效应均揭示了光具有粒子性, D 错误。故选 B。

7.C 解析: A. 增大电压, 当电压增大到一定值, 电流达到饱和电流, 不再增大, 故 A 错误; B. 发生光电效应的条件是入射光的频率大于极限频率, 与入射光的强度无关, 故 B 错误; C. 由图线①、③可知在光的颜色不变的情况下, 入射光越强, 饱和电流越大, 故 C 正确; D. 根据光电效应方程知 $E_{km}=h\nu-W_0=eU_c$ 可知入射光频率越大, 最大初动能越大, 遏止电压越大, 可知对于确定的金属, 遏止电与入射光的频率有关, 与入射光的强度无关, 故 D 错误; 故选 C。

8.D 解析: A. 由爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ 可知, 入射光的频率 ν 不同, 光电子的最大初动能

不同, 由动能定理有 $eU_c = \frac{1}{2}mv_0^2 = E_k$ 则遏止电压 U_c 不同, 故 A 错误; B. 只有当光电管两端加上正向

电压时才能研究, 则必须把图甲所示电路中的电源正负极反接过来, 才能用来验证光电流与电压的关系, 故 B 错误; C. 由爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - h\nu_0$ 可知, 在入射光频率不同的情况下, 光电子的最大

初动能不同, 最大初动能与光照强度无关, 故 C 错误; D. $E_k = h\nu - h\nu_0 = eU_c$ 可 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{h\nu_0}{e}$, 则 $U_c - \nu$ 图象的斜率为相同的常量, 故 D 正确。故选 D。

9.C 解析: A. 大量氢原子处于 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 多可辐射出 $C_3^2 = 3$ 种不同频率的光子, 故 A 错误; B. 根

据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射的光子能量为 $h\nu_1 = 13.6\text{eV} - 1.51\text{eV} = 12.09\text{eV}$, 从 $n=3$

能级跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子能量为 $h\nu_2 = 3.4\text{eV} - 1.51\text{eV} = 1.89\text{eV}$, 比较可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$

能级比跃迁到 $n=2$ 能级辐射的光子频率高, 故 B 错误; C. 根据能级图可知从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级, 需要吸收的能量为 $E = 1.51\text{eV} - 0.85\text{eV} = 0.66\text{eV}$ 故 C 正确; D. 根据能级图可知氢原子处于 $n=3$ 能级的能量为 -1.51eV , 故要使其电离至少需要吸收 1.51eV 的能量, 故 D 错误。故选 C。

10. C 解析: A. γ 射线是由原子核受激发从高能级跃迁到低能级时产生的, 而氢原子从高能级跃迁到基态是核外电子受激发, 不是原子核受激发, 所以不会辐射 γ 射线, 故 A 错误; B. 氢原子从高能级向 $n=3$ 能级跃迁时, 发出的光子能量最大为 1.51eV , 所以, 不可能发出可见光, 故 B 错误; C. 因为任意频率的紫外线的频率都比可见光的频率大, 所以任意频率的紫外线的光子能量都大于可见光的光子能量的最大值, 而处于 $n=3$ 能级的氢原子电离时只要吸收 1.51eV , 故处于 $n=3$ 能级的氢原子可以吸收任意频率的紫外线, 并发生电离, 故 C 正确; D. 只有一个处于 $n=3$ 能级的氢原子向低能级跃迁时, 最多发生 $3 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 1$ 两种可能, 也就是最多可能发出 2 种不同频率的光, 故 D 错误。故选 C。

11. B 解析: A. 由能级跃迁可知 $E_b = E_3 - E_1$ 故 A 错误; B. 由能级跃迁可知 $E_b = E_3 - E_1$, $E_a = E_2 - E_1$,

$E_c = E_3 - E_2$ 则 $E_a = E_b - E_c$ 故 B 正确; CD. 由 $E_a = E_b - E_c$ 可知 $h\nu_a = h\nu_b - h\nu_c$ 得 $\nu_a = \nu_b - \nu_c$ 故 CD

错误。故选 B。

12. B 解析: 由于 b 内为真空, 抽开隔板 K 后, a 内气体进入 b , 气体不做功, 内能不变, 选项 A 错误, B 正确; 由于气体体积增大, 温度不变, 气体压强变小, 选项 C、D 错误。

13. D 解析设 A 项中 X 的质量数为 A, 电荷数为 Z, 根据质量数和电荷数守恒可得

$14+A=17+1$, $7+Z=8+1$ 解得 $A=4$, $Z=2$, 故 X 表示氦核, 同理可得: B 中 X 表示电子, C 中 X 表示质子, D 中 X 表示中子, 故选 D。

14. C 解析: AB. 由于测定出该岩石中含有的铀是岩石形成初期时的一半, 由图象可知对应的时间是 45

亿年, 即地球年龄大约为 45 亿年, 半衰期为 45 亿年, 故 AB 错误; C. 由图象知, 90 亿年对应的 $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{4}$,

设铅原子的数目为 N' , 则 $\frac{N}{N+N'} = \frac{1}{4}$ 所以 $\frac{N}{N'} = \frac{1}{3}$ 即 90 亿年时的铀铅原子数之比为 1: 3, 故 C 正确; D. 铀

的半衰期是大量铀核衰变的统计规律, 对少量的原子核衰变不成立, 故 D 错误; 故选 C。

15.ACD 解析: 同一温度下, 气体分子速率呈现出“中间多, 两头少”的分布规律, 选项 A 正确; 布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒的运动, 是液体分子无规则运动的反映, 选项 B 错误; 第二类永动机是不可能制造出来的, 尽管它不违反热力学第一定律, 但它违反热力学第二定律, 选项 C 正确; 物体熔化时吸热, 如果温度不变, 物体内分子平均动能不变, 比如晶体的熔化过程, 选项 D 正确。

16.AD 解析在 $10r_0$ 距离范围内, 分子间总存在着相互作用的引力和斥力, 选项 A 正确; 分子间作用力为零时, 分子间的势能最小, 但不是零, 选项 B 错误; 当分子间作用力表现为引力时, 随分子间的距离增大, 克服分子力做功, 分子势能增大, 选项 C 错误; 分子间距离越大, 分子间的引力和斥力都是越小的, 选项 D 正确。

17.ACD 解析: 晶体在熔化过程中温度保持不变, 食盐具有这样的特点, 则说明食盐是晶体, 故 A 正确; 浸润与不浸润的现象不是液体分子作用的表现, 是由于液体的表面层与固体表面的分子之间相互作用的结果, 故 B 错误; 由于水结冰要放热, 故一定质量的 0°C 的水的内能大于等质量的 0°C 的冰的内能, 故 C 正确; 小昆虫可以停在水面上, 是由于水表面存在表面张力的缘故, 故 D 正确。

18.AD 解析: 石墨和金刚石都是晶体, 都是由碳元素组成的单质, 但它们的原子排列方式不同, 选项 A 正确。晶体在熔化过程中吸收热量, 温度不变; 非晶体在熔化过程中吸收热量, 温度升高, 选项 B 错误。液晶的光学性质与温度的高低无关, 其随所加电压的变化而变化, 即液晶的分子排列会因所加电压的变化而变化, 由此引起光学性质的改变, 选项 C 错误, D 正确。

19.BD 解析: 水的表面张力托起针, A 正确; B、D 两项也是表面张力原因, 故 B、D 均错误, C 项正确。

20.BD 解析: 相同质量的同种物质, 升高相同的温度, 吸收的热量相同, 相同质量的不同种物质, 升高相同的温度, 吸收的热量不同, 故 A 错误; 物体内能改变时温度不一定改变, 比如零摄氏度的冰融化为零摄氏度的水, 内能增加, 故 B 正确; 分子在永不停息地做无规则运动, 可知任何物体在任何状态下都有内能, 故 C 错误; 物体的内能与分子数、物体的温度和体积三个因素有关, 分子数和温度相同的物体不一定有相

同的内能，故 D 正确。

21.AC 解析：气体压强的大小与气体分子的平均动能和单位体积内的分子数两个因素有关。若单位体积内分子数不变，当分子热运动加剧时，决定压强的两个因素中一个不变，一个增大，故气体的压强一定变大，A 对，B 错；若气体的压强不变而温度降低，只有增大单位体积内的分子个数才能实现，故 C 对，D 错。

22.CD 解析：天然石英表现为各向异性，则该物质微粒在空间的排列是规则的，故 A 错误；分子间距离增大时，分子间的引力和斥力均减小，故 B 错误；温度升高，分子对器壁的平均撞击力增大，要保证压强不变，分子单位时间对器壁单位面积的平均碰撞次数必减少，故 C 正确；叶面上的小露珠呈球形是由于液体表面张力的作用，故 D 正确。

23. BC 解析：只打开隔板 K_1 ， b 中气体向 a 中真空扩散，气体不做功， $W=0$ ，绝热容器导致 $Q=0$ ，由热力学第一定律知 $\Delta U=W+Q=0$ ，内能不变，A 错误，B 正确；只打开隔板 K_1 时， b 中气体内能不变，温度不变，由玻意耳定律 $pV=C$ 知 b 中气体体积增大，压强减小，C 正确；只打开卡销 K_2 时，由于 $p_b < p_0$ ，活塞将向左移动， b 中气体体积减小，外界对 b 中气体做功， $W' > 0$ ，但 $Q'=0$ ，则 $\Delta U'=W'+Q' > 0$ ，内能增加，D 错误。

24. BC 解析：符合能量守恒定律，但违背热力学第二定律的宏观过程不能发生，选项 A 错误；一切与热现象有关的宏观自然过程都是不可逆的，选项 B 正确；机械能可以全部转化为内能，但内能无法全部用来做功而转化成机械能，选项 C 正确；气体向真空的自由膨胀是不可逆的，选项 D 错误。

25.ABD 解析：由题图可知，在 $A \rightarrow B$ 的过程中，气体温度升高，体积变大，且体积与温度成正比，由 $\frac{pV}{T}=C$ 可知，气体压强不变，故选项 A 正确；在 $B \rightarrow C$ 的过程中，体积不变，而温度降低，由 $\frac{pV}{T}=C$ 可知，气体压强变小，故选项 B 正确，C 错误；在 $C \rightarrow D$ 的过程中，气体温度不变，体积变小，由 $\frac{pV}{T}=C$ 可知，气体压强变大，故选项 D 正确。

26. AD 解析：A. 根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ ，当 $E_k=0$ 时，对应的 ν 值是极限频率，此时 $\nu=a$ ，所以该光电管阴极极限频率为 a ，A 正确；B. 根据光电效应方程 $E_k = h\nu - W_0$ ，图线的斜率即为普朗克常 $h = \frac{b}{a}$ ，B 错误；C. 没有外加电压，只要最大初动能够大，光电子就能到达另一极板，电流表示数可能不为零，C 错误；D. 仅增大入射光频率，能量增大，最大初动能增大， $eU_c = E_k$ ，遏止电压也随之增大，故 D 正确。故选 AD

27. ABD 解析：A. 该核反应方程是 $2_1^0e + 4_1^1H \rightarrow {}_2^4He + \Delta E$ 可知核反应中的 x 是电子，A 正确；B. 根据质量亏损和质能方程，该核反应每发生一次释放的核能为， $\Delta E = (4m_p + 2m_e - m_\alpha) c^2$ 代入数值解得， $\Delta E = 4.2 \times 10^{-12} \text{ J}$ ，B 正确；C. 一次核反应释放出的光子数约为

$$n = \frac{\Delta E \cdot \lambda}{hc} = \frac{4.2 \times 10^{-12} \times 300 \times 10^{-9}}{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 6.3 \times 10^6 \text{ 个}$$
 C 错误；D. 根据题给假设，在太阳继续保持在主序星

阶段的时间内，发生题中所述的核聚变反应的次数为 $N = \frac{M}{4m_p} \times 10\%$ ，因此太阳总共辐射出的能量为

$E = N \cdot \Delta E$ 设太阳每秒内向外放出的辐射能为 P ，所以太阳继续保持在主星序的时间为 $t = \frac{E}{P}$ 由以上各式解得 $t = 1 \times 10^{10}$ 年，即太阳继续保持在主序星阶段的时间约为 10^{10} 年，D 正确。故选 ABD。

28. (11 分) 答案 (1) (3 分) 痱子粉或细石膏粉 (2) (4 分) 2×10^{-5} (3) (4 分) 4.4×10^{-10}

解析 (1) 为了显示单分子油膜的形状，需要在水面上撒痱子粉或细石膏粉。

(2) 1 滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积 $V = \frac{V_0 V_{\text{油}}}{n V_{\text{总}}} = \frac{1}{100} \times \frac{1}{500} \text{ mL} = 2 \times 10^{-5} \text{ mL}$ 。

(3) 根据大于半个方格的算一个，小于半个方格的舍去，油膜形状占据的方格数大约为 113 个，故面积 $S = 113 \times 20 \times 20 \text{ mm}^2 = 4.52 \times 10^4 \text{ mm}^2$

$$\text{油酸分子直径 } d = \frac{V'}{S} = \frac{2 \times 10^{-5} \times 10^3}{4.52 \times 10^4} \text{ mm} \approx 4.4 \times 10^{-7} \text{ mm} = 4.4 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

29. (11 分) [答案](1)25 cm (2)227 °C

解析: (1) (5 分) 对于 A 部分气体, 初态 $p_A = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_A = L_1 S$

$$\text{末态 } p_A' = p_0 + \frac{mg}{S} = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (2 \text{ 分})$$

根据玻意耳定律 $p_A L_1 S = p_A' L_1' S$ (2 分)

$$\text{解得 } L_1' = 25 \text{ cm} \quad (1 \text{ 分})$$

即 A 部分气柱长度变为 25 cm。

(2) (6 分) 若使活塞 a 返回原处, B 部分气体末状态时气柱长为 $L_2' = 20 \text{ cm}$, 此时弹簧要伸长 5 cm

对活塞 b 有 $p_A' S + k \Delta l = p_B' S$ (2 分)

$$\text{解得 } p_B' = p_A' + \frac{k \Delta l}{S} = 1.25 \times 10^5 \text{ Pa}$$

对于 B 部分气体, 初态 $p_B = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_B = L_2 S$, $T_B = 300 \text{ K}$

末态 $p_B' = 1.25 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_B' = L_2' S$

$$\text{根据理想气体状态方程 } \frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_B' V_B'}{T_B'} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } T_B' = 500 \text{ K} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则此时温度为 } t_B = (T_B' - 273)^\circ \text{C} = 227^\circ \text{C} \quad (1 \text{ 分})$$

30. (11 分) 答案: (1) 20 (2) 4 L

解析: (1) (6 分) 设需打气的次数为 n , 每次打入的气体体积为 V_0 , 储液桶药液上方的气体体积为 V .

开始打气前, 储液筒液体上方气体的压强

$$P_1 = P_0 = 1 \text{ atm}. \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{气体的体积 } V_1 = V + n V_0. \quad (1 \text{ 分})$$

打气完毕时, 储液筒内药液上方的气体体积 $V_2 = V$, 压强 $P_2 = 3 \text{ atm}$.

打气过程为等温变化, 根据玻意耳定律可知,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (3 \text{ 分})$$

代入数据解得, $n = 20$ (1 分)

(2) (5 分) 打开喷雾头开关 K 直至贮液筒内外气压相同时, 设储液筒上方气体的体积为 V_3 , 此过程为等温变化.

$$\text{根据玻意耳定律可知, } P_3 V_3 = P_0 V_1 \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据解得, } V_3 = 3 V_1 = 6 \text{ L} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{喷出的药液的体积 } V' = V_3 - V = 4 \text{ L} \quad (1 \text{ 分})$$