

2022 北京海淀高二（下）期末

物 理

2022.07

学校_____ 班级_____ 姓名_____

1. 本试卷共 8 页，共四道大题，20 道小题，满分 100 分。考试时间 90 分钟
2. 在试卷和答题纸上准确填写学校名称，班级名称、姓名。
3. 试题答案一律填涂或书写在答题纸上，在试卷上作答无效
4. 在答题纸上，选择题用 2B 铅笔作答，其余题用黑色字迹签字笔作答。
5. 考试结束，请将本试卷和答题纸一并交回。

一、单项选择题。本题共 10 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。（每小题 3 分，共 30 分）

1. 图所示的现象中，主要是由液体的表面张力导致的是（ ）

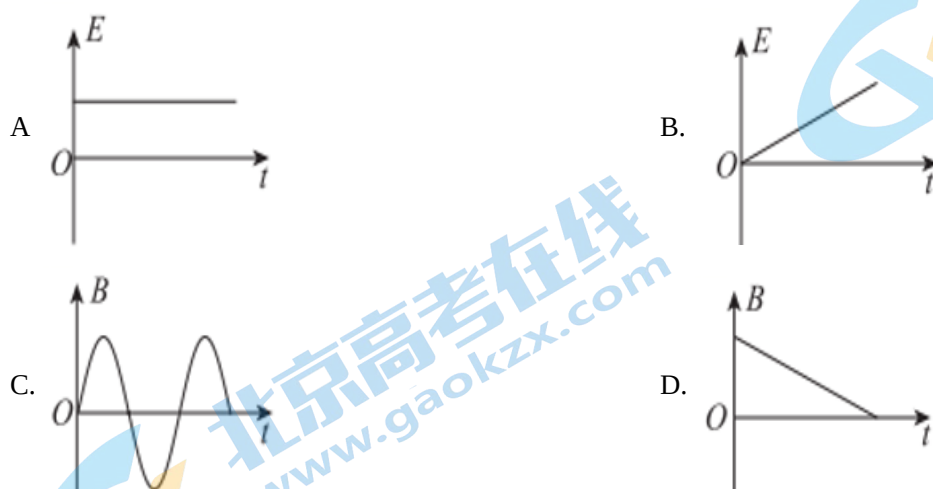
A.  “辽宁号”能悬浮在海面上

B.  墨汁在水中扩散

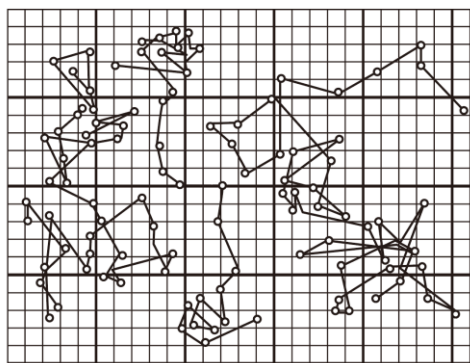
C.  拱桥在水面形成倒影

D.  宇宙飞船中的水珠呈现球形

2. 图为空间中电场的电场强度 E 或磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的情况，其中能在空间中产生电磁波的是（ ）



3. 图为悬浮在液体中的 3 颗小炭粒每隔 5s 在坐标纸上标记位置的连线。下列说法正确的是（ ）



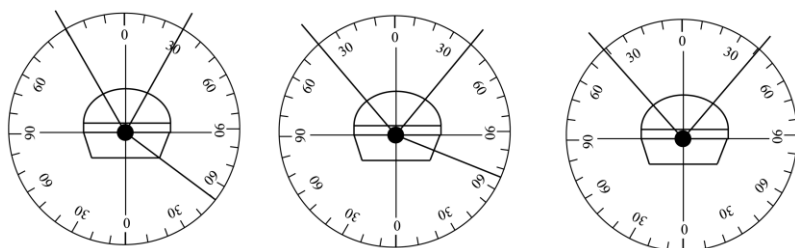
- A. 这些折线表示 是小炭粒的运动轨迹
- B. 小炭粒沿折线上相邻标记位置的连线做匀速直线运动
- C. 可以准确预测再下一个 5s 后这 3 颗小炭粒的位置
- D. 小炭粒的运动反映了液体分子的运动情况

4. 在暗室中，用激光照射不透明挡板上的两条平行狭缝，在后面的光屏上观察到如图所示的条纹，下列说法正确的是（ ）



- A. 这是光的衍射现象，说明光具有波动性
- B. 这是光的衍射现象，说明光具有粒子性
- C. 这是光的干涉现象，说明光具有波动性
- D. 这是光的干涉现象，说明光具有粒子性

5. 如图所示，一束光沿半圆形玻璃砖的半径射到其平直面上，并在该界面处发生反射和折射。当逐渐增大入射角时，下列说法正确的是（ ）

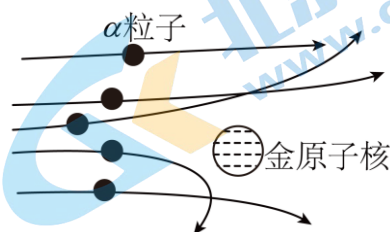


- A. 反射光线和折射光线都逐渐减弱
- B. 反射光线和折射光线的夹角逐渐增大
- C. 折射光线逐渐减弱，直至完全消失
- D. 折射角和入射角的比值不变

6. 一定质量的理想气体在某过程中，从外界吸收热量 30J，同时对外界做功 10J，关于该气体在此过程中的内能变化量 ΔU ，说法正确的是（ ）

- A. $\Delta U = +20J$
- B. $\Delta U = +40J$
- C. $\Delta U = -20J$
- D. $\Delta U = -40J$

7. 图是卢瑟福为解释 α 粒子散射实验而提出的情境。占金原子质量绝大部分的原子核集中在很小的空间范围，曲线表示 α 粒子的运动轨迹。下列说法正确的是（ ）



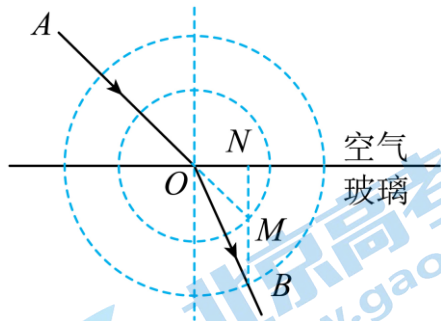
A. 越接近原子核 α 粒子发生散射时的偏转角越小

B. 电子质量约为 α 粒子质量的 $\frac{1}{7300}$ ，因此电子对 α 粒子速度的影响可以忽略

C. 由该实验可以得出 α 粒子与金原子核一定带异种电荷

D. 若实验中换用轻金属箔片，发生大角度偏转的 α 粒子将会增多

8. 如图所示，一束光沿 AO 从空气射入折射率为 n 的玻璃中，以 O 点为圆心， R 为半径作圆，与折射光的交点为 B ，过 B 点向两介质的交界面作垂线，垂足为 N ， AO 的延长线交 BN 于 M ，记 $OM = r$ 。再以 O 点为圆心、 r 为半径作圆。则（ ）



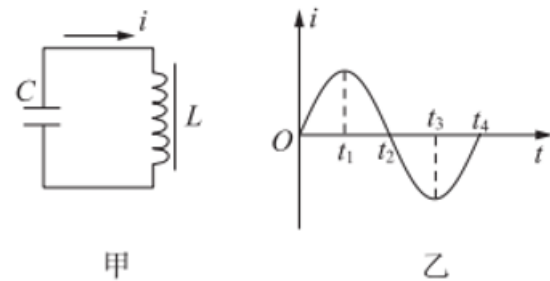
A. $n = \frac{R}{r}$

B. $n = \frac{r}{R}$

C. $n = \frac{R^2}{r^2}$

D. $n = \frac{(R+r)^2}{r}$

9. 如图甲所示电路中，电流 i （以图甲中电流方向为正）随时间 t 的变化规律如图乙所示的正弦曲线，下列说法正确的是（ ）



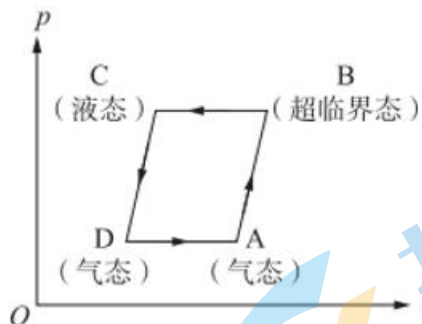
A. $0 \sim t_1$ 内，电容器 C 正在充电

B. $t_1 \sim t_2$ 内，电容器 C 上极板带负电

C. $t_2 \sim t_3$ 内，自感电动势逐渐增大

D. $t_3 \sim t_4$ 内，电场能转化为磁场能

10. “二氧化碳跨临界直冷制冰”是北京冬奥会的“中国方案”，图中国家速滑馆 5000m^2 的冰面全由它制成，冰面温差可控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内。其制冰过程可简化为图中的循环过程，其中横轴为温度 T ，纵轴为压强 p ；过程 $A \rightarrow B$ ：一定量的二氧化碳在压缩机的作用下变为高温高压的超临界态（一种介于液态和气态之间，分子间有强烈相互作用的特殊状态）；过程 $B \rightarrow C$ ：二氧化碳在冷凝器中经历一恒压过程向外放热而变成高压液体；过程 $C \rightarrow D$ ：二氧化碳进入蒸发器中蒸发，进而使与蒸发器接触的水降温面凝固；过程 $D \rightarrow A$ ：二氧化碳经历一恒压过程回到初始状态。下列说法正确的是（ ）



- A. 过程 $A \rightarrow B$ 中，每个二氧化碳分子的动能都将增大
- B. 过程 $B \rightarrow C$ 中，二氧化碳始终遵循理想气体的实验定律
- C. 过程 $D \rightarrow A$ 中，若二氧化碳可看作理想气体，则该过程中二氧化碳将吸热
- D. 整个循环过程中，热量从低温水向高温二氧化碳传递，违反热力学第二定律

二、多项选择题。本题共 4 小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。（每小题 3 分，共 12 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分）

11. 氢原子的 1 个核外电子发生电离后，就形成了类似氢原子结构的氦离子（ He^+ ）。氦离子能级的示意图如图所示，其中 $E_1 = -54.4\text{eV}$ 为氦离子的基态能量。在具有下列能量的光子中，能被基态氦离子吸收而发生跃迁的是

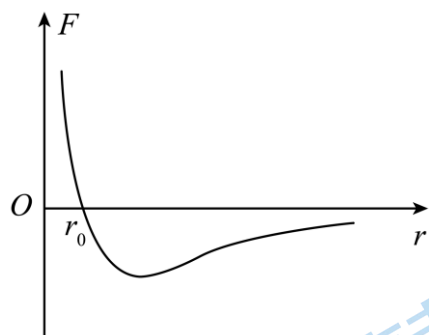
（ ）



E_1 ————— -54.4eV

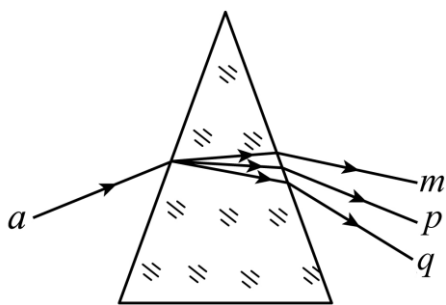
- A. 40.8eV B. 10.2eV C. 51.0eV D. 48.4eV

12. 一个仅由两个分子组成的系统。两分子间的作用力 F 随分子间距离 r 的变化关系如图所示。两分子从相距 $6r_0$ 处由静止开始运动，直到相距为 r_0 的过程中（ ）



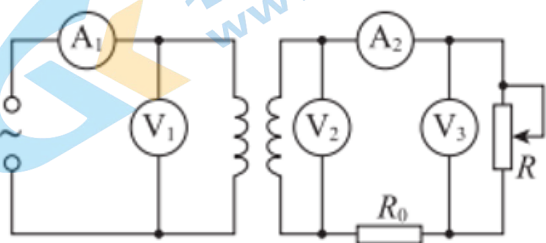
- A. 两分子间作用力先增大后减小 B. 两分子间作用力先减小后增大
- C. 两分子的分子势能一直增大 D. 两分子的分子势能一直减小

13. 一束可见光 a 由 3 种单色光 m 、 p 和 q 组成，光束 a 通过三棱镜后的传播情况如图所示。关于 3 种单色光 m 、 p 和 q ，下列说法正确的是（ ）



- A. 在真空中，单色光 p 的传播速度最大
- B. 在三棱镜中，单色光 m 的传播速度最大
- C. 从三棱镜射向空气时，单色光 m 发生全反射的临界角最大
- D. 三棱镜对单色光 q 的折射率最大

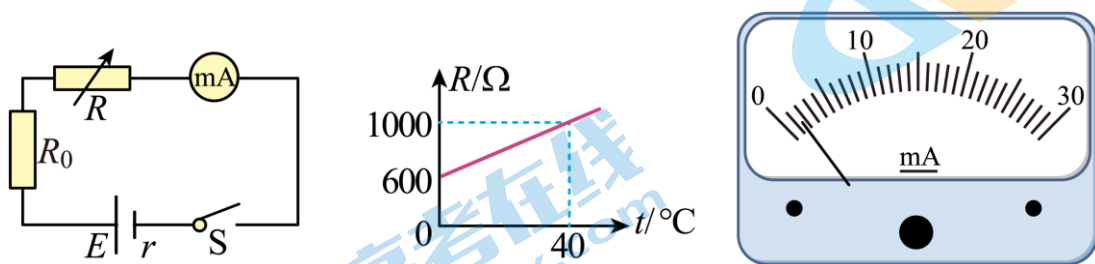
14. 图为街头变压器给用户供电的示意图。输出电压通过输电线输送的用户，两条输电线的总电阻为 R_0 ，变阻器 R 代表用户用电器的总电阻，当用户用电器增加时，相当于滑动变阻器接入电路中的阻值减小。输入电压可以认为保持不变，不计电表的内阻及变压器上的能量损失，当用户用电器增加时，则（ ）



- A. 电流表 A_1 的示数增大
- B. 电压表 V_1 的示数不变
- C. 电流表 A_2 的示数减小
- D. 电压表 V_3 的示数减小

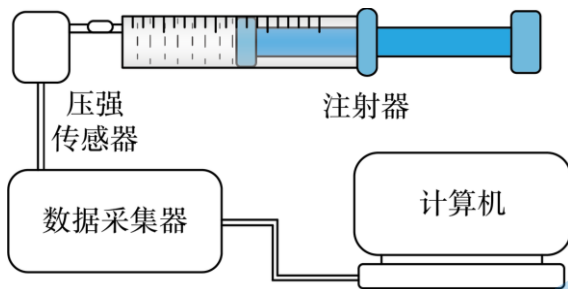
三、实验题。本题共 3 小题。（共 20 分。15 题 5 分，16 题 15 分）

15. 热敏电阻是一种常见的感温元件。小明利用热敏电阻自制了一简易温度计，其内部电路由一个电动势为 $3V$ 、内阻为 5Ω 的直流电源，一个量程为 $30mA$ 、内阻为 5Ω 的毫安表，一个阻值为 10Ω 的定值电阻 R_0 和一个热敏电阻构成，如图所示。已知所用热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的图像如图所示。



- (1) 闭合开关 S ，该温度计开始工作，当毫安表示数为 $3.0mA$ 时，待测物温度为_____°C。
- (2) 在图中的电流表表盘刻度上标记温度值，下列说法正确的是_____
 - A. $10mA$ 处标记的温度高于 $20mA$ 处标记的温度
 - B. $10mA$ 处标记 温度低于 $20mA$ 处标记的温度
 - C. 毫安表相邻刻度对应温度的示数是均匀的
 - D. 毫安表相邻刻度对应温度的示数是不均匀的

16. 实验小组采用如图所示的装置探究气体等温变化的规律。他们将注射器、压强传感器、数据采集器和计算机逐一连接，在注射器内用活塞封闭一定质量的气体。实验中由注射器的刻度可以读出气体的体积 V ；计算机屏幕上可以显示由压强传感器测得的压强 p ，从而获得气体不同体积时的压强数值。根据获得的数据，做出相应图像，分析得出结论。

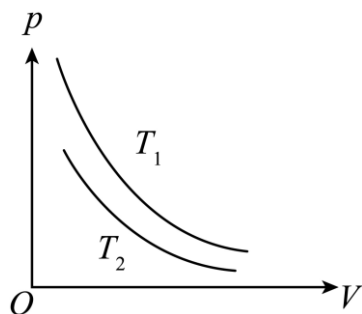


(1) 关于本实验的基本要求，下列说法正确的是_____（选填选项前的字母）。

- A. 移动活塞时应缓慢一些
- B. 封闭气体的注射器应密封良好
- C. 必须测出注射器内封闭气体的质量

(2) 为了能够最直观地判断出气体的压强 p 与其体积 V 是否成反比，应做出_____（选填“ $p-V$ ”或“ $p-\frac{1}{V}$ ”）图像。对图线进行分析，如果在误差允许范围内该图线是一条_____线，就说明在_____和_____时，气体的压强与其体积成反比

(3) 实验小组仅在改变环境温度的条件下，重复了上述实验，并且实验操作和数据处理均正确。得到的两条等温线如图所示，请你判断两条等温线对应的环境温度 T_1 和 T_2 的高低，并从气体分子热运动的视角对上述判断进行说明。（ ）

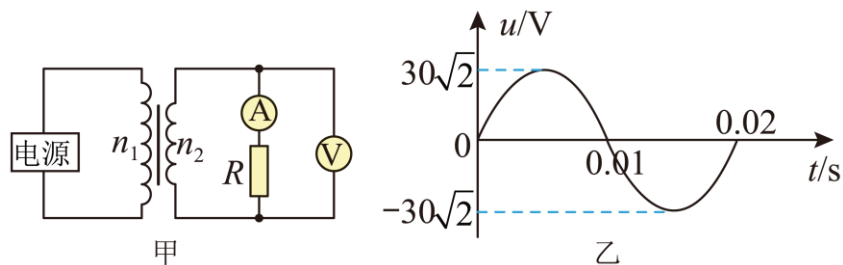


四、论述、计算题。本题共 4 小题。（共 38 分。17 至 19 题每题 10 分，20 题 8 分）

要求：写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的小题，答案必须明确写出数值和单位。解题中要用到、但题目未给出的物理量和数据，要在解题时做必要的说明。

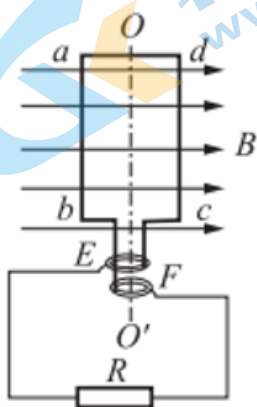
17. 如图甲所示，理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2 = 3:2$ ，原线圈接在一电源上，副线圈接有一阻值 $R = 10\Omega$ 的定值电阻。交流电压表和交流电流表均为理想电表。当电源电压随时间变化如图乙所示的正弦曲线时，求：

- (1) 电压表示数 U ；
- (2) 电流表示数 I ；
- (3) 原线圈的输入功率 P 。



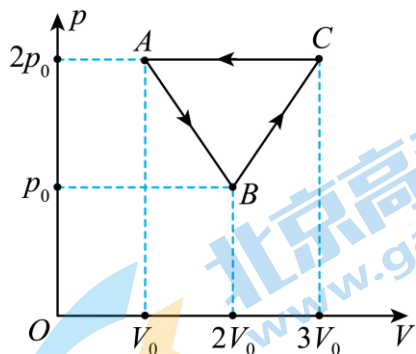
18. 如图所示，交流发电机 矩形金属线圈 $abcd$ 的边长 $ab = cd = 50\text{cm}$ ， $bc = ad = 20\text{cm}$ ，匝数 $n = 200$ ，线圈的总电阻 $r = 1\Omega$ ，线圈位于磁感应强度 $B = 0.01\text{T}$ 的匀强磁场中，线圈平面与磁场方向平行。线圈的两个末端分别与两个彼此绝缘的铜环 E 、 F （集流环）焊接在一起，并通过电刷与阻值 $R = 9\Omega$ 的定值电阻连接。现使线圈绕过 bc 和 ad 边中点、且垂直于磁场的转轴 OO' 以角速度 $\omega = 100\text{rad/s}$ 匀速转动。电路中其他电阻以及线圈的自感系数均可忽略不计。

- (1) 从线圈经过图示位置开始计时，写出线圈内的感应电动势的瞬时值 e 随时间 t 变化的表达式；
- (2) 求通过电阻 R 的电流有效值 I ；
- (3) 求一个周期内，电路中产生的焦耳热 Q 。



19. 一定量的理想气体从状态 A 开始，经历 A 、 B 、 C 三个状态变化完成循环，其压强 p 与体积 V 的关系图像如图所示。已知 $A(V_0, 2p_0)$ ， $B(2V_0, p_0)$ ， $C(3V_0, 2p_0)$ ，状态 A 的温度为 T_0 。

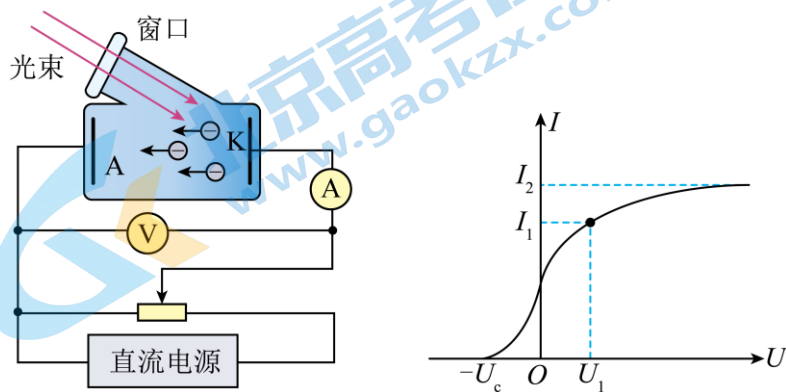
- (1) 求状态 C 的温度 T_C ；
- (2) 类比直线运动中根据速度—时间图像求位移的方法，求过程 $B \rightarrow C$ 中，气体对外界做的功 W ；
- (3) 求过程 $A \rightarrow B$ 中，气体从外界吸收的热量 Q 。



20. 图中 K 、 A 是密封在真空管中的两电极，电极 K 受到紫外线照射时能够发射电子。 K 、 A 间的电压大小可调，电源的正、负极亦可对调（当电极 A 的电势高于电极 K 的电势时，电压为正）。保持光强不变，改变电源的正、负

极，以及移动变阻器的滑片，可得图所示电流表示数 I 与电压表示数 U 之间的关系，当电压分别为 $-U_c$ 和 U_1 时，对应光电流的大小分别为 0 和 I_1 ，光电流的最大值为 I_2 ，已知电子电荷量为 e 。

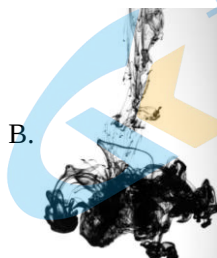
- (1) 求光电子的最大初动能 E_k ；
- (2) 当所加电压为 U_1 时，求单位时间内由电极 K 发出的光电子数 n ；
- (3) 一种经典模型，计算光电效应中电子获得逸出金属表面所需能量的时间 Δt 的方法如下：一功率 $P = 0.16\text{W}$ 的紫外光源（可看作点光源）向四周均匀辐射能量，距离光源 $r = 1\text{m}$ 处放置一小块钾。假设：钾原子为球状且紧密排列，紫外光的能量连续且平稳地被这块钾正对光源的表面的原子全部吸收，并且每个原子吸收的能量全部给钾的最外层电子，使之逸出成为光电子。已知钾的逸出功 $W = 2.3\text{eV}$ 、其原子半径 $R = 0.13\text{nm}$ ，取元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ 。根据上述信息，计算 Δt 的大小（结果保留三位有效数字）。并将计算结果与光电效应实验中“电子几乎是瞬时（约为 10^{-9}s 量级）逸出金属表面的”实验结果作比较，判断上述经典模型是否合理。



参考答案

一、单项选择题。本题共 10 小题，在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。（每小题 3 分，共 30 分）

1. 图所示的现象中，主要是由液体的表面张力导致的是（ ）



【答案】D

【解析】

【详解】A. “辽宁号”能悬浮在海面上，是水的浮力平衡了舰艇的重力，A 错误；

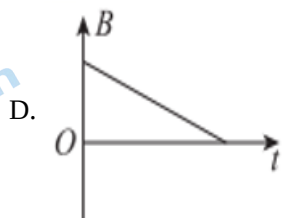
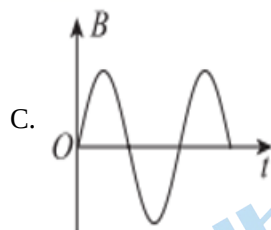
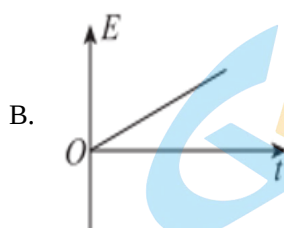
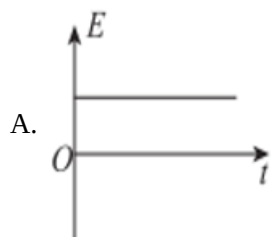
B. 墨汁在水中扩散，是分子的热运动导致，B 错误；

C. 拱桥在水面形成倒影是光的反射现象，C 错误；

D. 宇宙飞船中的水珠呈现球形是水的表面张力导致，D 正确。

故选 D。

2. 图为空间中电场 电场强度 E 或磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的情况，其中能在空间中产生电磁波的是（ ）



【答案】C

【解析】

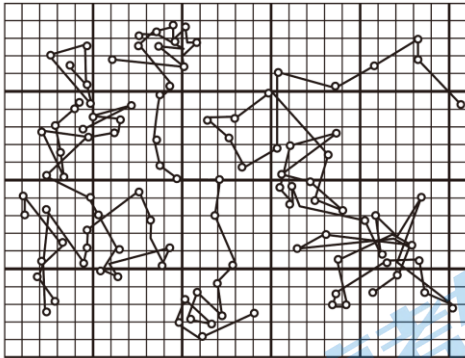
【详解】已知变化的电场和变化的磁场交替产生，由近及远向周围传播，形成电磁波

A. 图 A 中，电场恒定，不产生磁场，不能产生电磁波，故 A 错误；

- B. 图 B 中，电场均匀变化，产生恒定的磁场，不能产生电磁波，故 B 错误；
 C. 图 C 中，周期性变化的磁场产生周期性变化的电场，能产生电磁波，故 C 正确；
 D. 图 D 中，均匀变化的磁场，产生恒定的电场，不能产生电磁波，故 D 错误。

故选 C。

3. 图为悬浮在液体中的 3 颗小炭粒每隔 5s 在坐标纸上标记位置的连线。下列说法正确的是 ()



- A. 这些折线表示的是小炭粒的运动轨迹
 B. 小炭粒沿折线上相邻标记位置的连线做匀速直线运动
 C. 可以准确预测再下一个 5s 后这 3 颗小炭粒的位置
 D. 小炭粒的运动反映了液体分子的运动情况

【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 这些折线表示的是小炭粒每隔 5s 在坐标纸上标记位置的连线，不是运动的轨迹，故 A 错误；
 B. 小炭粒在做无规则的运动，所以沿折线上相邻标记位置的连线不是匀速直线运动，故 B 错误；
 C. 只按时间间隔依次记录位置的连线，再下一个 5s 后这 3 颗小炭粒的位置可能在任一点，故 C 错误；
 D. 小炭粒在做无规则的运动是液体分子撞击不平衡引起的，所以小炭粒的运动间接的反映了液体分子的运动情况，故 D 正确。

故选 D。

4. 在暗室中，用激光照射不透明挡板上的两条平行狭缝，在后面的光屏上观察到如图所示的条纹，下列说法正确的是 ()



- A. 这是光的衍射现象，说明光具有波动性
 B. 这是光的衍射现象，说明光具有粒子性
 C. 这是光的干涉现象，说明光具有波动性
 D. 这是光的干涉现象，说明光具有粒子性

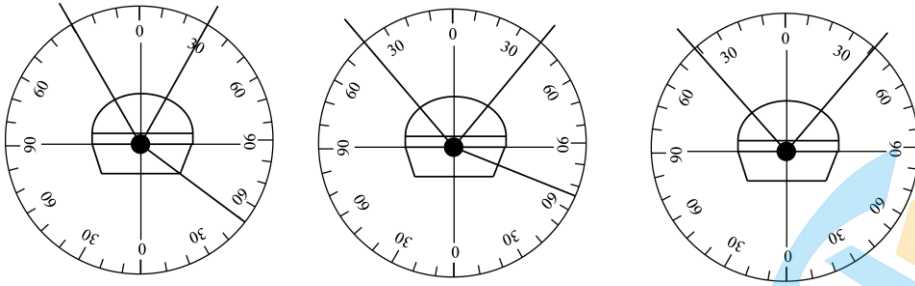
【答案】C

【解析】

- 【详解】激光照射两个平行狭缝，两个狭缝形成两个光源，它们的频率、相位和振动方向相同，这两个光源发出的光在挡板后面的空间发生干涉现象，在光屏上形成干涉条纹，说明光具有波动性。

故选 C。

5. 如图所示，一束光沿半圆形玻璃砖的半径射到其平直面上，并在该界面处发生反射和折射。当逐渐增大入射角时，下列说法正确的是（ ）



- A. 反射光线和折射光线都逐渐减弱
B. 反射光线和折射光线的夹角逐渐增大
C. 折射光线逐渐减弱，直至完全消失
D. 折射角和入射角的比值不变

【答案】C

【解析】

【详解】ABC. 随着入射角的逐渐增大的过程中，折射角逐渐增大；折射光线亮度逐渐变暗；反射角逐渐增大；反射光线亮度逐渐变亮；当入射角增大到某一角度时，折射光线消失，光线将全部反射回光密介质中，故 AB 错误，

C 正确；

D. 由折射定律可得

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

逐渐增大入射角 r ，折射角 i 逐渐增大，折射率不变，折射角 r 的正弦值和入射角 i 的正弦值比值不变，折射角和入射角的比值在变化，故 D 错误。

故选 C。

6. 一定质量的理想气体在某过程中，从外界吸收热量 30J，同时对外界做功 10J，关于该气体在此过程中的内能变化量 ΔU ，说法正确的是（ ）

- A. $\Delta U = +20J$ B. $\Delta U = +40J$ C. $\Delta U = -20J$ D. $\Delta U = -40J$

【答案】A

【解析】

【详解】根据热力学第一定律有

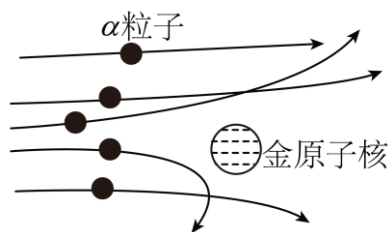
$$\Delta U = Q + W$$

代入数据可得

$$\Delta U = +30J - 10J = +20J$$

故选 A。

7. 图是卢瑟福为解释 α 粒子散射实验而提出的情境。占金原子质量绝大部分的原子核集中在很小的空间范围，曲线表示 α 粒子的运动轨迹。下列说法正确的是（ ）



A. 越接近原子核的 α 粒子发生散射时的偏转角越小

B. 电子质量约为 α 粒子质量的 $\frac{1}{7300}$ ，因此电子对 α 粒子速度的影响可以忽略

C. 由该实验可以得出 α 粒子与金原子核一定带异种电荷

D. 若实验中换用轻金属箔片，发生大角度偏转的 α 粒子将会增多

【答案】B

【解析】

【详解】A. 越接近原子核的 α 粒子受到的库仑斥力越大，发生散射时的偏转角越大，A 错误；

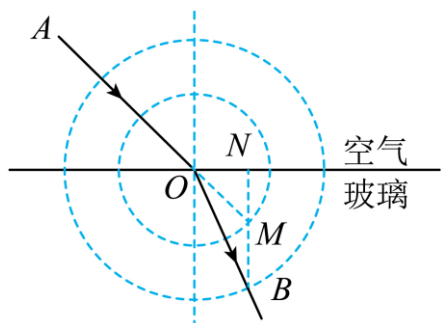
B. 电子质量约为 α 粒子质量的 $\frac{1}{7300}$ ，因此电子对 α 粒子速度的影响可以忽略，B 正确；

C. 由该实验可以得出 α 粒子与金原子核一定带同种电荷，C 错误；

D. 若实验中换用轻金属箔片，发生大角度偏转的 α 粒子将会减少，D 错误。

故选 B。

8. 如图所示，一束光沿 AO 从空气射入折射率为 n 的玻璃中，以 O 点为圆心， R 为半径作圆，与折射光的交点为 B，过 B 点向两介质的交界面作垂线，垂足为 N，AO 的延长线交 BN 于 M，记 $OM = r$ 。再以 O 点为圆心、 r 为半径作圆。则 ()



A. $n = \frac{R}{r}$

B. $n = \frac{r}{R}$

C. $n = \frac{R^2}{r^2}$

D. $n = \frac{(R+r)^2}{r}$

【答案】A

【解析】

【详解】根据题意，设入射角为 i ，折射角为 r ，由几何关系可得

$$\sin i = \frac{ON}{OM}, \quad \sin r = \frac{ON}{OB}$$

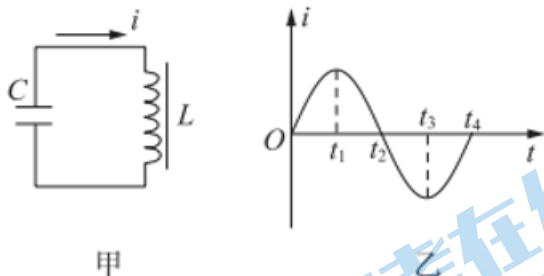
由折射定律可得

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{OB}{OM} = \frac{R}{r}$$

故 BCD 错误，A 正确。

故选 A。

9. 如图甲所示电路中，电流 i （以图甲中电流方向为正）随时间 t 的变化规律如图乙所示的正弦曲线，下列说法正确的是（ ）



- A. $0 \sim t_1$ 内，电容器 C 正在充电
 B. $t_1 \sim t_2$ 内，电容器 C 上极板带负电
 C. $t_2 \sim t_3$ 内，自感电动势逐渐增大
 D. $t_3 \sim t_4$ 内，电场能转化为磁场能

【答案】B

【解析】

【详解】A. 依题图可知， $0 \sim t_1$ 内，电流在逐渐变大，电容器 C 正在放电，故 A 错误；

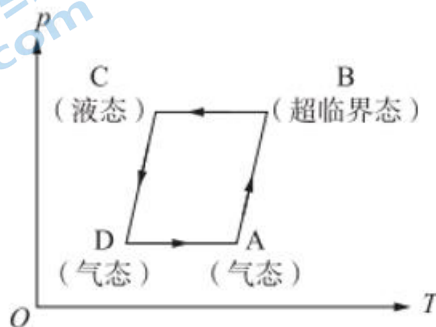
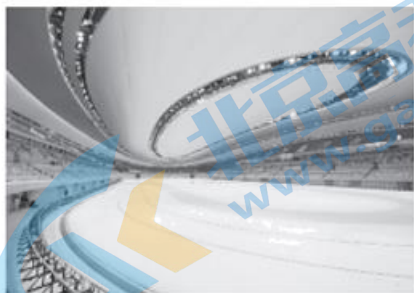
B. 依题图可知， $t_1 \sim t_2$ 内，电流在逐渐减小，电容器正在充电，根据电流方向可知，电容器 C 下极板带正电，上极板带负电，故 B 正确；

C. 依题图可知， $t_2 \sim t_3$ 内，电流随时间变化率减小，则自感电动势逐渐减小，故 C 错误；

D. 依题图可知， $t_3 \sim t_4$ 内，电流逐渐减小，磁场能转化为电场能，故 D 错误。

故选 B。

10. “二氧化碳跨临界直冷制冰”是北京冬奥会的“中国方案”，图中国家速滑馆 5000m² 的冰面全由它制成，冰面温差可控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内。其制冰过程可简化为图中的循环过程，其中横轴为温度 T ，纵轴为压强 p ；过程 A→B：一定量的二氧化碳在压缩机的作用下变为高温高压的超临界态（一种介于液态和气态之间，分子间有强烈相互作用的特殊状态）；过程 B→C：二氧化碳在冷凝器中经历一恒压过程向外放热而变成高压液体；过程 C→D：二氧化碳进入蒸发器中蒸发，进而使与蒸发器接触的水降温面凝固；过程 D→A：二氧化碳经历一恒压过程回到初始状态。下列说法正确的是（ ）



- A. 过程 A→B 中，每个二氧化碳分子的动能都将增大

- B. 过程 B→C 中，二氧化碳始终遵循理想气体的实验定律
C. 过程 D→A 中，若二氧化碳可看作理想气体，则该过程中二氧化碳将吸热
D. 整个循环过程中，热量从低温水向高温二氧化碳传递，违反热力学第二定律

【答案】C

【解析】

【详解】A. 过程 A→B 中，温度升高，二氧化碳分子的平均动能将增大，但不是每个二氧化碳分子的动能都将增大，故 A 错误；

B. 过程 B→C 中，二氧化碳在 C 是液态，不是气体，不符合理想气体实验定律的条件，故 B 错误；

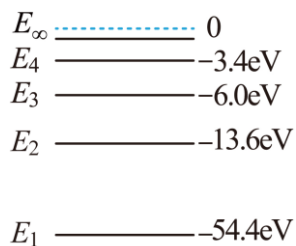
C. 过程 D→A 中，若二氧化碳可看作理想气体，压强不变，温度升高，体积增大，因温度升高，故二氧化碳内能增大，又由于体积增大，二氧化碳对外做功，所以该过程中二氧化碳将吸热，故 C 正确；

D. 整个循环过程中，热量从低温水向高温二氧化碳传递，该过程引起了其它的变化，所以不违反热力学第二定律，故 D 错误。

故选 C。

二、多项选择题。本题共 4 小题，在每小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的。（每小题 3 分，共 12 分。每小题全选对的得 3 分，选对但不全的得 2 分，不选或有选错的该小题不得分）

11. 氢原子的 1 个核外电子发生电离后，就形成了类似氢原子结构的氦离子（ He^+ ）。氦离子能级的示意图如图所示，其中 $E_1 = -54.4\text{eV}$ 为氦离子的基态能量。在具有下列能量的光子中，能被基态氦离子吸收而发生跃迁的是（ ）



- A. 40.8eV B. 10.2eV C. 51.0eV D. 48.4eV

【答案】ACD

【解析】

【详解】A. 因

$$40.8\text{eV} + (-54.4\text{eV}) = -13.6\text{eV}$$

故结合题图可知，基态氦离子吸收能量为 40.8eV 的光子后能跃迁到 $n=2$ 的能级；故 A 正确；

B. 因

$$10.2\text{eV} + (-54.4\text{eV}) = -44.2\text{eV}$$

故结合题图可知，基态氦离子不能吸收能量为 10.2eV 的光子；故 B 错误；

C. 因

$$51.0\text{eV} + (-54.4\text{eV}) = -3.4\text{eV}$$

故结合题图可知，基态氦离子吸收能量为 51.0eV 的光子后能跃迁到 $n=4$ 的能级；故 C 正确；

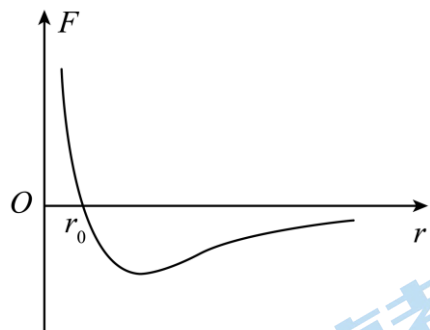
D. 因

$$48.4\text{eV} + (-54.4\text{eV}) = -6.0\text{eV}$$

故结合题图可知，基态氢离子吸收能量为 48.4eV 的光子后能跃迁到 $n=3$ 的能级，故 D 正确。

故选 ACD。

12. 一个仅由两个分子组成的系统。两分子间的作用力 F 随分子间距离 r 的变化关系如图所示。两分子从相距 $6r_0$ 处由静止开始运动，直到相距为 r_0 的过程中（ ）



A. 两分子间作用力先增大后减小

B. 两分子间作用力先减小后增大

C. 两分子的分子势能一直增大

D. 两分子的分子势能一直减小

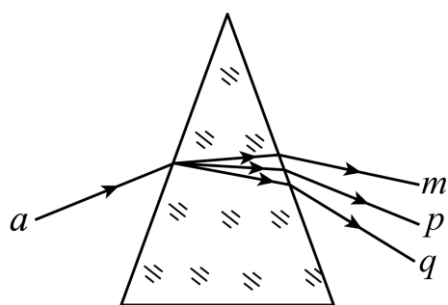
【答案】AD

【解析】

【详解】由两分子间的作用力 F 随分子间距离 r 的变化关系图像可知，两分子从相距 $6r_0$ 处由静止开始运动，直到相距为 r_0 的过程中，分子力为引力，且两分子间作用力先增大后减小；引力一直做正功，两分子的分子势能一直减小，故 AD 正确，BC 错误。

故选 AD。

13. 一束可见光 a 由 3 种单色光 m 、 p 和 q 组成，光束 a 通过三棱镜后的传播情况如图所示。关于 3 种单色光 m 、 p 和 q ，下列说法正确的是（ ）



A. 在真空中，单色光 p 传播速度最大

B. 在三棱镜中，单色光 m 的传播速度最大

C. 从三棱镜射向空气时，单色光 m 发生全反射的临界角最大

D. 三棱镜对单色光 q 的折射率最大

【答案】BCD

【解析】

【详解】A. 光在真空中的传播速度都一样，A 错误；

BD. 由光路图可知, 法线垂直于三棱镜, 光线与法线的夹角为入射角和折射角, 三种单色光入射角相同, 但单色光 q 的折射角最小, m 的折射角最大, 根据折射率公式

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

所以 q 的折射率最大, m 的折射率最小, 在介质中, 由公式

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

可知, 折射率越小, 传播速度越大, 单色光 m 的折射率最小, 所以故单色光 m 的传播速度最大, BD 正确;

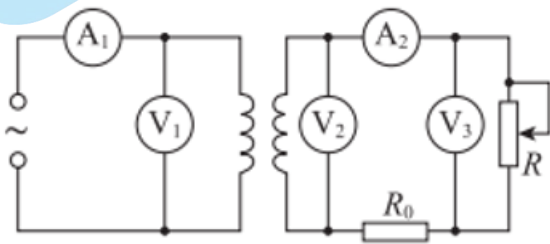
C. 由公式全反射的临界角 C

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

可知, 折射率越小, 全反射的临界角越大, 单色光 m 的折射率最小, 所以单色光 m 发生全反射的临界角最大, C 正确。

故选 BCD。

14. 图为街头变压器给用户供电的示意图。输出电压通过输电线输送的用户, 两条输电线的总电阻为 R_0 , 变阻器 R 代表用户用电器的总电阻, 当用户用电器增加时, 相当于滑动变阻器接入电路中的阻值减小。输入电压可以认为保持不变, 不计电表的内阻及变压器上的能量损失, 当用户用电器增加时, 则 ()



A. 电流表 A_1 的示数增大

B. 电压表 V_1 的示数不变

C. 电流表 A_2 的示数减小

D. 电压表 V_3 的示数减小

【答案】ABD

【解析】

【详解】AC. 用户用电器增加时, 相当于滑动变阻器接入电路中的阻值减小, 则副线圈的电流变大, 原副线圈匝数比不变, 故原线圈的电流变大, 即电流表 A_1 、 A_2 的示数都增大, A 正确, C 错误;

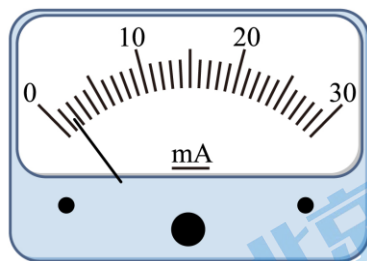
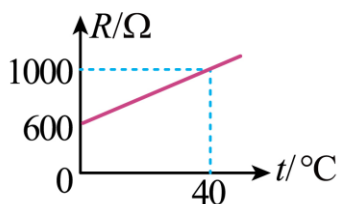
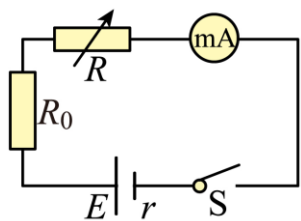
B. 原线圈输入电压不变, 电压表 V_1 的示数不变, B 正确;

D. 副线圈两端电压不变, 由于副线圈的电流变大, R_0 两端的电压变大, 故 R 两端的电压变小, 电压表 V_3 的示数减小, D 正确。

故选 ABD。

三、实验题。本题共 3 小题。(共 20 分。15 题 5 分, 16 题 15 分)

15. 热敏电阻是一种常见的感温元件。小明利用热敏电阻自制了一简易温度计, 其内部电路由一个电动势为 3V、内阻为 5Ω 的直流电源, 一个量程为 30mA、内阻为 5Ω 的毫安表, 一个阻值为 10Ω 的定值电阻 R_0 和一个热敏电阻构成, 如图所示。已知所用热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的图像如图所示。



(1) 闭合开关 S，该温度计开始工作，当毫安表示数为 3.0mA 时，待测物温度为_____°C。

(2) 在图中的电流表表盘刻度上标记温度值，下列说法正确的是_____

- A. 10mA 处标记的温度高于 20mA 处标记的温度
- B. 10mA 处标记的温度低于 20mA 处标记的温度
- C. 毫安表相邻刻度对应温度的示数是均匀的
- D. 毫安表相邻刻度对应温度的示数是不均匀的

【答案】 ①. 38.0 ②. AD

【解析】

【详解】(1) [1]根据闭合电路欧姆定律

$$E = I(R + R_0 + r + r_g)$$

解得热敏电阻的阻值

$$R = 980\Omega$$

由图像得热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的函数关系

$$R = 10t + 600$$

解得

$$t = 38.0^\circ\text{C}$$

当毫安表示数为 3.0mA 时，待测物温度为 38.0°C；

(2) [2]

AB. 根据

$$E = I(R + R_0 + r + r_g)$$

$$R = 10t + 600$$

可知电流越大，热敏电阻阻值越小，温度越低，所以 10mA 处标记的温度高于 20mA 处标记的温度，故 A 正确，B 错误；

CD. 根据

$$E = I(R + R_0 + r + r_g)$$

$$R = 10t + 600$$

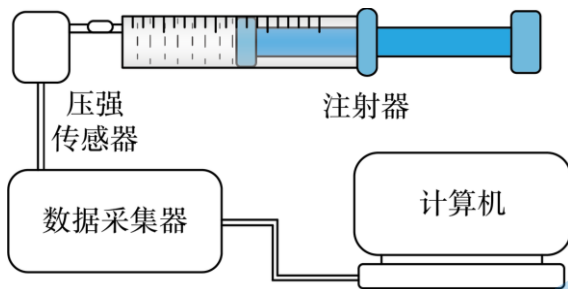
联立可得

$$\frac{1}{I} = \frac{10}{E}t + \frac{600 + R_0 + r + r_g}{E}$$

可知电流与温度不是线性关系，所以毫安表相邻刻度对应温度的示数是不均匀的，故 D 正确，C 错误。

故选 AD。

16. 实验小组采用如图所示的装置探究气体等温变化的规律。他们将注射器、压强传感器、数据采集器和计算机逐一连接，在注射器内用活塞封闭一定质量的气体。实验中由注射器的刻度可以读出气体的体积 V ；计算机屏幕上可以显示由压强传感器测得的压强 p ，从而获得气体不同体积时的压强数值。根据获得的数据，做出相应图像，分析得出结论。

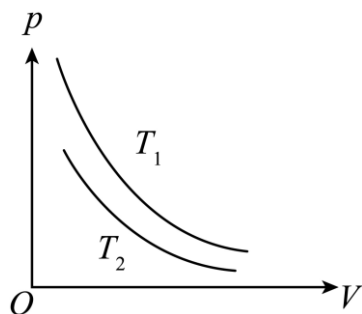


(1) 关于本实验的基本要求，下列说法正确的是_____（选填选项前的字母）。

- A. 移动活塞时应缓慢一些
- B. 封闭气体的注射器应密封良好
- C. 必须测出注射器内封闭气体的质量

(2) 为了能够最直观地判断出气体的压强 p 与其体积 V 是否成反比，应做出_____（选填“ $p-V$ ”或“ $p-\frac{1}{V}$ ”）图像。对图线进行分析，如果在误差允许范围内该图线是一条_____线，就说明在_____和_____时，气体的压强与其体积成反比

(3) 实验小组仅在改变环境温度的条件下，重复了上述实验，并且实验操作和数据处理均正确。得到的两条等温线如图所示，请你判断两条等温线对应的环境温度 T_1 和 T_2 的高低，并从气体分子热运动的视角对上述判断进行说明。（ ）



【答案】 ①. AB##BA ②. $p-\frac{1}{V}$ ③. 过原点的直线 ④. 气体质量一定 ⑤. 气体温度一定 ⑥. 见解析

【解析】

【详解】 (1) [1] AB. 由于该实验是“用气体压强传感器探究气体等温变化的规律”，条件是对一定质量的气体而言的，故实验中不能出现漏气的现象；实验时应该缓慢一些，因为移动活塞时，相当于对气体做功或者气体对外做功，如果太快的话，气体的温度就会发生变化，故 AB 正确；

C. 等温变化的规律为

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

所以不必要测出气体的质量，只要看它是否满足这样的变化规律即可，故 C 错误。

故选 AB

(2) [2][3][4][5]如果做 p - V 图象, 因为它们的乘积是不变的, 故这个图象应该是一条曲线, 为了直观地判断压强 p 与体积 V 的数量关系, 正比关系更能形象直观的体现二者的关系, 故应作出 $p - \frac{1}{V}$ 的图象, 在误差允许的范围内,

$p - \frac{1}{V}$ 图线是一条过原点的倾斜直线; 就说明在气体质量一定和气体温度一定时, 气体的压强与其体积成反比;

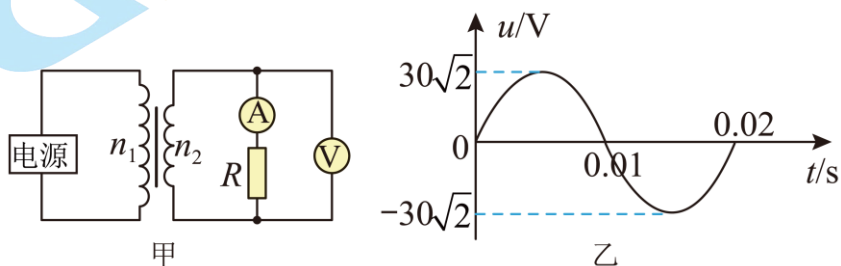
(3) [6]由于实验操作和数据处理均正确, 则温度高的对应的 pV 值较大, 分别在图线上找到两个点, 则 pV 乘积较大的是 T_1 对应的图线, 即 T_1 表示温度高。

四、论述、计算题。本题共 4 小题。(共 38 分。17 至 19 题每题 10 分, 20 题 8 分)

要求: 写出必要的文字说明、方程式、演算步骤和答案。有数值计算的小题, 答案必须明确写出数值和单位。解题中要用到、但题目未给出的物理量和数据, 要在解题时做必要的说明。

17. 如图甲所示, 理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2 = 3:2$, 原线圈接在一电源上, 副线圈接有一阻值 $R = 10\Omega$ 的定值电阻。交流电压表和交流电流表均为理想电表。当电源电压随时间变化如图乙所示的正弦曲线时, 求:

- (1) 电压表示数 U ;
- (2) 电流表示数 I ;
- (3) 原线圈的输入功率 P 。



【答案】(1) 20V; (2) 2A; (3) 40W

【解析】

【详解】(1) 由图乙知正弦交流电原线圈两端电压的有效值为

$$U_1 = 30V$$

根据匝数比公式

$$\frac{U_1}{U} = \frac{n_1}{n_2}$$

解得电压表示数

$$U = 20V$$

(2) 电流表示数

$$I = \frac{U}{R} = 2A$$

(3) 根据匝数比公式

$$\frac{I_1}{I} = \frac{n_2}{n_1}$$

解得

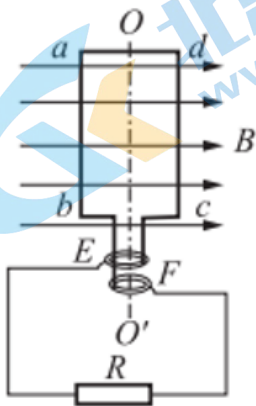
$$I_1 = \frac{4}{3} \text{ A}$$

原线圈的输入功率

$$P = U_1 I_1 = 40 \text{ W}$$

18. 如图所示，交流发电机的矩形金属线圈 $abcd$ 的边长 $ab = cd = 50 \text{ cm}$ ， $bc = ad = 20 \text{ cm}$ ，匝数 $n = 200$ ，线圈的总电阻 $r = 1 \Omega$ ，线圈位于磁感应强度 $B = 0.01 \text{ T}$ 的匀强磁场中，线圈平面与磁场方向平行。线圈的两个末端分别与两个彼此绝缘的铜环 E 、 F （集流环）焊接在一起，并通过电刷与阻值 $R = 9 \Omega$ 的定值电阻连接。现使线圈绕过 bc 和 ad 边中点、且垂直于磁场的转轴 OO' 以角速度 $\omega = 100 \text{ rad/s}$ 匀速转动。电路中其他电阻以及线圈的自感系数均可忽略不计。

- (1) 从线圈经过图示位置开始计时，写出线圈内感应电动势的瞬时值 e 随时间 t 变化的表达式；
- (2) 求通过电阻 R 的电流有效值 I ；
- (3) 求一个周期内，电路中产生的焦耳热 Q 。



【答案】(1) $e = 20 \cos 100t \text{ (V)}$ ；(2) $I = \sqrt{2} \text{ A}$ ；(3) $Q = \frac{2\pi}{5} \text{ J} = 1.256 \text{ J}$

【解析】

【详解】(1) 线圈产生感应电动势的最大值

$$E_m = nB\omega ab \cdot bc$$

得

$$E_m = 20 \text{ V}$$

线圈经过图示位置开始计时，线圈内的电动势瞬时值的表达式

$$e = E_m \cos \omega t = 20 \cos 100t \text{ (V)}$$

(2) 根据闭合电路欧姆定律可知，线圈中感应电流的最大值

$$I_m = \frac{E_m}{R + r}$$

通过电阻 R 的电流的有效值

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

得

$$I = \sqrt{2}A$$

(3) 电阻 R 上产生的热量

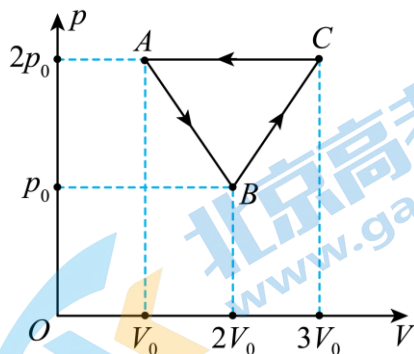
$$Q = I^2(R+r)T = I^2(R+r)\frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5}J = 1.256J$$

19. 一定量的理想气体从状态 A 开始, 经历 A 、 B 、 C 三个状态变化完成循环, 其压强 p 与体积 V 的关系图像如图所示。已知 $A(V_0, 2p_0)$, $B(2V_0, p_0)$, $C(3V_0, 2p_0)$, 状态 A 的温度为 T_0 。

(1) 求状态 C 的温度 T_C ;

(2) 类比直线运动中根据速度—时间图像求位移的方法, 求过程 $B \rightarrow C$ 中, 气体对外界做的功 W ;

(3) 求过程 $A \rightarrow B$ 中, 气体从外界吸收的热量 Q 。



【答案】(1) $3T_0$; (2) $\frac{3}{2}p_0V_0$; (3) $\frac{3}{2}p_0V_0$

【解析】

【详解】(1) 根据题意, 由理想气态方程有

$$\frac{2p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{T_C}$$

解得

$$T_C = 3T_0$$

(2) 根据题意可知, $p-V$ 图像中图线与横轴围成面积表示气体做功, 过程 $B \rightarrow C$ 中, 气体对外界做的功为

$$W = \frac{1}{2}(p_0 + 2p_0)(3V_0 - 2V_0) = \frac{3}{2}p_0V_0$$

(3) 根据题意可知, 过程 $A \rightarrow B$ 中, 气体对外界做的功为

$$W_1 = \frac{1}{2}(p_0 + 2p_0)(2V_0 - V_0) = \frac{3}{2}p_0V_0$$

由理想气态方程有

$$\frac{2p_0 \cdot V}{T_0} = \frac{p_0 \cdot 2V_0}{T_B}$$

可得

$$T_B = T_0$$

则气体的内能不变, 由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可得, 气体从外界吸收的热量

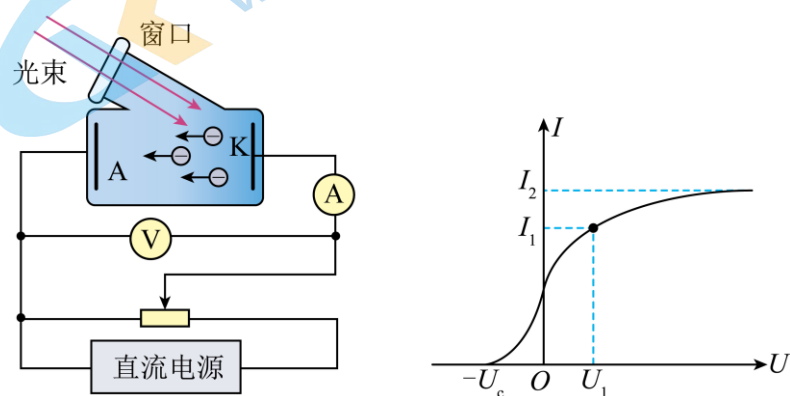
$$Q = W_1 = \frac{3}{2} p_0 V_0$$

20. 图中 K、A 是密封在真空管中的两电极，电极 K 受到紫外线照射时能够发射电子。K、A 间的电压大小可调，电源的正、负极亦可对调（当电极 A 的电势高于电极 K 的电势时，电压为正）。保持光强不变，改变电源的正、负极，以及移动变阻器的滑片，可得图所示电流表示数 I 与电压表示数 U 之间的关系，当电压分别为 $-U_c$ 和 U_1 时，对应光电流的大小分别为 0 和 I_1 ，光电流的最大值为 I_2 ，已知电子电荷量为 e 。

(1) 求光电子的最大初动能 E_k ；

(2) 当所加电压为 U_1 时，求单位时间内由电极 K 发出的光电子数 n ；

(3) 一种经典模型，计算光电效应中电子获得逸出金属表面所需能量的时间 Δt 的方法如下：一功率 $P = 0.16W$ 的紫外光源（可看作点光源）向四周均匀辐射能量，距离光源 $r = 1m$ 处放置一小块钾。假设：钾原子为球状且紧密排列，紫外光的能量连续且平稳地被这块钾正对光源的表面的原子全部吸收，并且每个原子吸收的能量全部给钾的最外层电子，使之逸出成为光电子。已知钾的逸出功 $W = 2.3eV$ 、其原子半径 $R = 0.13nm$ ，取元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ 。根据上述信息，计算 Δt 的大小（结果保留三位有效数字）。并将计算结果与光电效应实验中“电子几乎是瞬时（约为 $10^{-9}s$ 量级）逸出金属表面的”实验结果作比较，判断上述经典模型是否合理。



【答案】(1) $E_k = eU_c$ ；(2) $n = \frac{I_2}{e}$ ；(3) $\Delta t \geq 544s$ ，不合理

【解析】

【详解】(1) 根据题意，由动能定理有

$$E_k = eU_c$$

(2) 依题意，知光电流的最大值为 I_2 ，可得单位时间内由电极 K 发出的光电子数为

$$I_2 = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne\Delta t}{\Delta t} = ne \Rightarrow n = \frac{I_2}{e}$$

(3) 由于该点光源均匀地向四周辐射能量，在离光源 r 处，单位时间、单位面积的能量

$$P_0 = \frac{P}{4\pi r^2}$$

在 Δt 时间内，正对光源的 1 个钾原子的投影面积内接受的能量为

$$\Delta E = P_0 \times \Delta t \times \pi R^2$$

如果电子要从表面层中逸出，则其吸收的能量至少等于钾的逸出功，即

$$\Delta E \geq W$$

联立以上各式，可以解得

$$\Delta t \geq \frac{4Wr^2}{PR^2}$$

代入数据，可得

$$\Delta t \geq 544\text{s}$$

可见， $544\text{s} \gg 10^{-9}\text{s}$ ，说明该经典模型不合理。



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 40W+，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百场，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。



微信搜一搜



京考一点通