



## 西城区高三统一测试

# 物理

2020.4

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题卡上，在试卷上作答无效。  
考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

### 第一部分

本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列说法正确的是

- A. 物体从外界吸收热量，其内能一定增加
- 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. 图 1 是研究光的干涉现象的装置示意图，在光屏  $P$  上观察到的图样如图 2 所示。为了增大条纹间的距离，下列做法正确的是

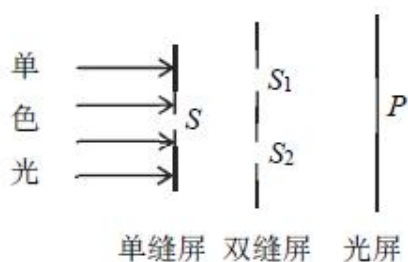


图 1



图 2

- A. 增大单色光的频率
- B. 增大双缝屏上的双缝间距
- C. 增大双缝屏到光屏的距离
- D. 增大单缝屏到双缝屏的距离

3. 太阳释放的巨大能量来源于核聚变。一个氘核与一个氚核聚变成一个氦核的同时释放出一个中子，若氘核、氚核、氦核和中子的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$  和  $m_4$ ，真空中的光速为  $c$ ，那么一个氘核和一个氚核发生

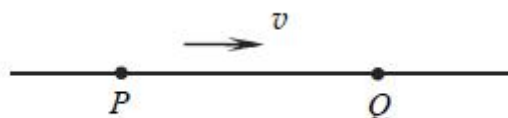


核聚变时，释放的能量是

- A.  $(m_1+m_2-m_3)c^2$       B.  $(m_1+m_2-m_3-m_4)c^2$   
 C.  $(m_1+m_2-m_3)c$       D.  $(m_1+m_2-m_3-m_4)c$

4. 如图所示，一列简谐横波向右传播，波长为  $0.20\text{ m}$ ， $P$ 、 $Q$  两质点的平衡位置相距  $0.35\text{ m}$ 。当  $P$  运动到上方最大位移处时， $Q$  的运动情况是

- A. 运动到上方最大位移处  
 B. 运动到下方最大位移处  
 C. 运动到平衡位置，且速度方向下  
 D. 运动到平衡位置，且速度方向上



5. 将一定值电阻分别接到如图 1 和图 2 所示的两种交流电源上，在一个周期内该电阻产生的焦耳热分别为  $Q_1$  和  $Q_2$ ，则  $Q_1:Q_2$  等于

- A. 2:1  
 B. 1:2  
 C. 2:1  
 D. 1:2

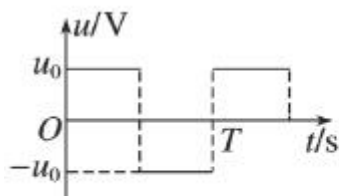


图 1

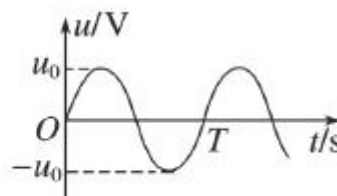
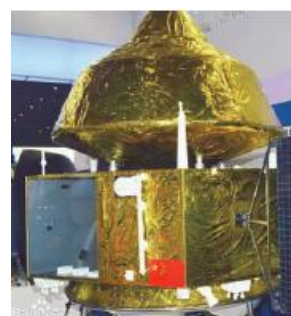


图 2

6. 2019 年 10 月 11 日，中国火星探测器首次公开亮相，暂命名为“火星一号”，计划于 2020 年发射，并实现火星的着陆巡视。已知火星的直径约为地球的 53%，质量约为地球的 11%，请通过估算判断以下说法正确的是

- A. 火星表面的重力加速度小于  $9.8\text{ m/s}^2$   
 B. 探测器在火星表面所受重力等于在地球表面所受重力  
 C. 探测器在火星表面附近的环绕速度等于  $7.9\text{ km/s}$   
 D. 火星的第一宇宙速度大于地球的第一宇宙速度



7. 如图 1 所示，轻弹簧上端固定，下端悬挂一钢球，把钢球从平衡位置向下拉下一段距离  $A$ ，由静止释放。以钢球平衡位置为坐标原点，竖直向上为正方向建立  $x$  轴，当钢球在振动过程中某一次经过平衡位置时开始计时，钢球运动的位移—时间图像如图 2 所示。已知钢球振动过程中弹簧始终处于拉伸状态，则

- A.  $t_1$  时刻钢球处于超重状态  
 B.  $t_2$  时刻钢球的速度方向向上



图 1

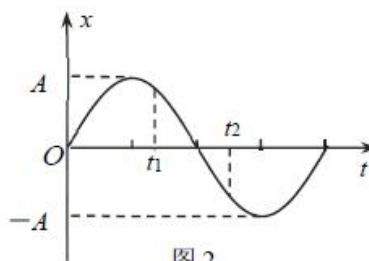
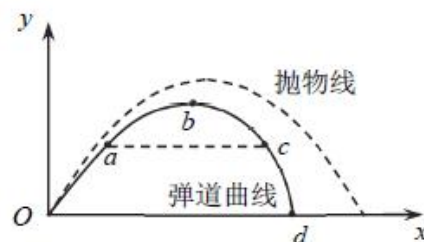


图 2



- C.  $t_1 \sim t_2$  时间内钢球的动能逐渐增大
- D.  $t_1 \sim t_2$  时间内钢球的机械能逐渐减小

8. 由于空气阻力的影响, 炮弹的实际飞行轨迹不是抛物线, 而是“弹道曲线”, 如图中实线所示。图中虚线为不考虑空气阻力情况下炮弹的理想运动轨迹,  $O$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为弹道曲线上的五点, 其中  $O$  点为发射点,  $d$  点为落地点,  $b$  点为轨迹的最高点,  $a$ 、 $c$  为运动过程中经过的距地面高度相等的两点。下列说法正确的是



- A. 到达  $b$  点时, 炮弹的速度为零
- B. 到达  $b$  点时, 炮弹的加速度为零
- C. 炮弹经过  $a$  点时的速度大于经过  $c$  点时的速度
- D. 炮弹由  $O$  点运动到  $b$  点的时间大于由  $b$  点运动到  $d$  点的时间

9. 阴雨天里积雨云会产生电荷, 云层底面产生负电荷, 在地面感应出正电荷, 电场强度达到一定值时大气将被击穿, 发生闪电。若将云层底面和地面看作平行板电容器的两个极板, 板间距离记为  $300\text{m}$ , 电压为  $2 \times 10^7\text{V}$ , 积雨云底面面积约为  $1 \times 10^8\text{m}^2$ 。若已知静电力常量与空气的介电常数, 由以上条件是否能估算出以下物理量:

- ① 云层底面与地面间的电场强度;
- ② 云层底面与地面构成的电容器的电容;
- ③ 云层底面所带电量

- A. 只能估算出①
- B. 只能估算出①和②
- C. 只能估算出②和③
- D. ①②③均能估算出

10. 如图 1 所示, 用充电宝为一手机电池充电, 其等效电路如图 2 所示。在充电开始后的一段时间  $t$  内, 充电宝的输出电压  $U$ 、输出电流  $I$  可认为是恒定不变的, 设手机电池的内阻为  $r$ , 则时间  $t$  内

- A. 充电宝输出的电功率为  $UI + I^2r$
- B. 充电宝产生的热功率为  $I^2r$
- C. 手机电池产生的焦耳热为  $\frac{U^2}{r}t$
- D. 手机电池储存的化学能为  $UIt - I^2rt$



图 1

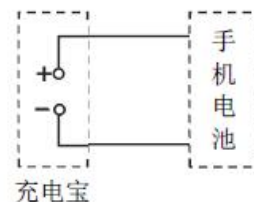
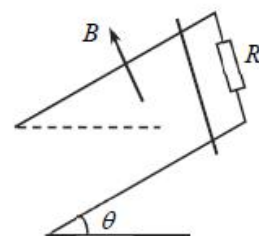
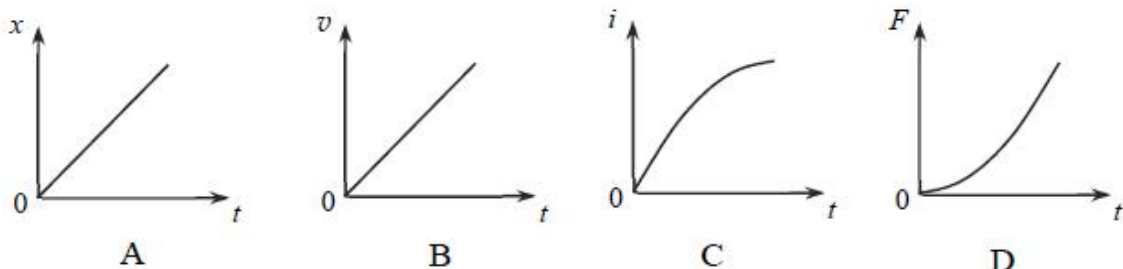


图 2

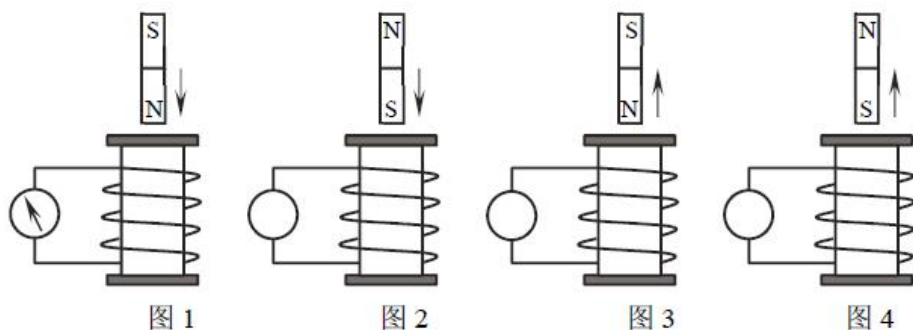
11. 如图所示, 两条光滑金属导轨平行固定在斜面上, 导轨所在区域存在垂直于



斜面向上的匀强磁场，导轨上端连接一电阻。 $t=0$  时，一导体棒由静止开始沿导轨下滑，下滑过程中导体棒与导轨接触良好，且方向始终与斜面底边平行。下列有关下滑过程导体棒的位移  $x$ 、速度  $v$ 、流过电阻的电流  $i$ 、导体棒受到的安培力  $F$  随时间  $t$  变化的关系图中，可能正确的是



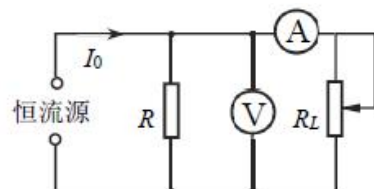
12. 在探究影响感应电流方向的因素实验中，用灵敏电流计和线圈组成闭合回路，通过“插入”和“拔出”磁铁，使线圈中产生感应电流，记录实验过程中的相关信息，就可以分析得出感应电流方向遵循的规律。下图为某同学的部分实验记录，在图 1 中，电流计指针向左偏转。以下说法正确的是



- A. 在图 2 所示实验过程中，电流计指针应该向左偏转
- B. 在图 3 所示实验过程中，电流计指针应该向左偏转
- C. 这组实验可以说明，感应电流的磁场方向与线圈的绕向有关
- D. 这组实验可以说明，感应电流的磁场方向与磁铁的磁场方向有关

13. 如图所示的电路中，恒流源可为电路提供恒定电流  $I_0$ ， $R$  为定值电阻，电流表、电压表均可视为理想电表，不考虑导线电阻对电路的影响。改变变阻器  $R_L$  接入电路的阻值，记录电流表、电压表的示数并依次填写在下表中。由数据可以判定以下说法正确的是

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
----	---	---	---	---	---	---	---	---





$U$ (V)	14.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	0
$I$ (A)	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00

- A. 实验过程中  $R_L$  逐渐增大  
 B. 实验过程中恒流源输出功率逐渐减小  
 C. 恒流源提供的电流  $I_0$  大小为 2.00 A  
 D. 电路中定值电阻  $R$  的阻值为 10  $\Omega$

14. 自 2020 年初开始, 我国发生了新冠肺炎疫情。面对疫情, 中华儿女众志成城, 科学战“疫”, 现在疫情已经得到了有效控制。2020 年 3 月 3 日, 国家卫健委、国家中医药管理局印发《关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)的通知》, 指出新型冠状病毒的传播途径: 经呼吸道飞沫和密切接触传播是主要的传播途径, 在相对封闭的环境中长时间暴露于高浓度气溶胶情况下存在经气溶胶传播的可能。

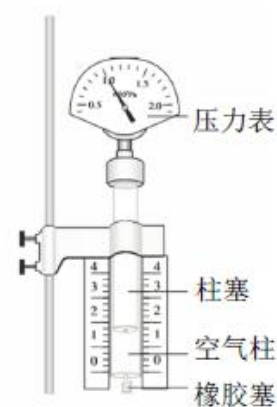
气溶胶粒子是悬浮在大气中的微小颗粒, 如云、雾、细菌、尘埃、烟尘等。气溶胶中的粒子具有很多动力学性质、光学性质, 比如布朗运动, 光的反射、散射等。关于封闭环境中气溶胶粒子, 下列说法正确的是

- A. 在空气中会缓慢下沉到地面  
 B. 在空气中会缓慢上升到空中  
 C. 在空气中做无规则运动  
 D. 受到的空气分子作用力的合力始终等于其所受到的重力

15. (6 分) 某同学用如图所示装置探究气体做等温变化的规律。

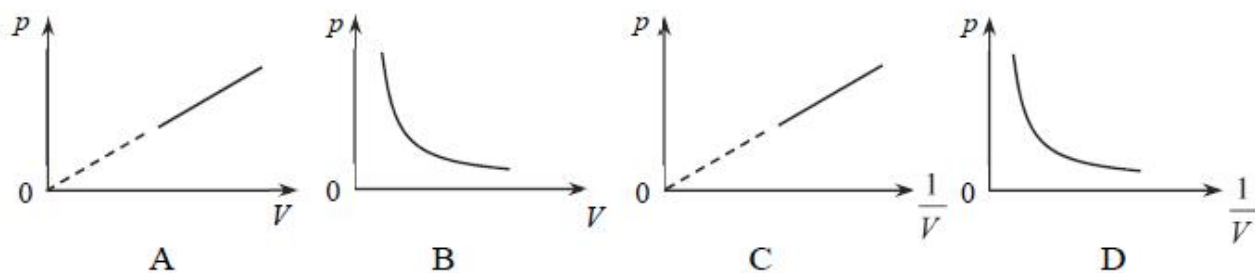
(1) 在实验中, 下列哪些操作不是必需的\_\_\_\_\_。

- 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\_\_\_\_\_。



16. (10 分) 用如图 1 所示的电路图测量一节干电池的电动势和内阻。



(1) 在下表中选出适当的实验器材进行实验。

器材(型号)	规格
电压表(V <sub>1</sub> )	0~3 V, 内阻约 3 kΩ
电压表(V <sub>2</sub> )	0~15 V, 内阻约 15 kΩ
电流表(A <sub>1</sub> )	0~0.6 A, 内阻约 0.125 Ω
电流表(A <sub>2</sub> )	0~3 A, 内阻约 0.025 Ω
滑动变阻器(R <sub>1</sub> )	总阻值约 20 Ω
滑动变阻器(R <sub>2</sub> )	总阻值约 1000 Ω
待测干电池	电动势约为 1.5 V
开关(S)	
导线若干	

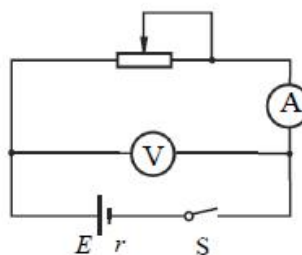


图 1

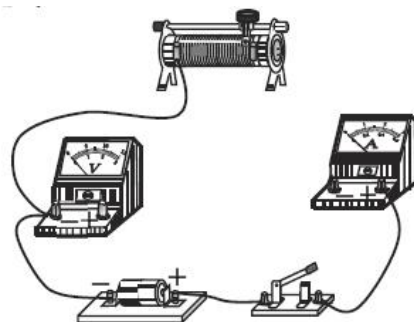


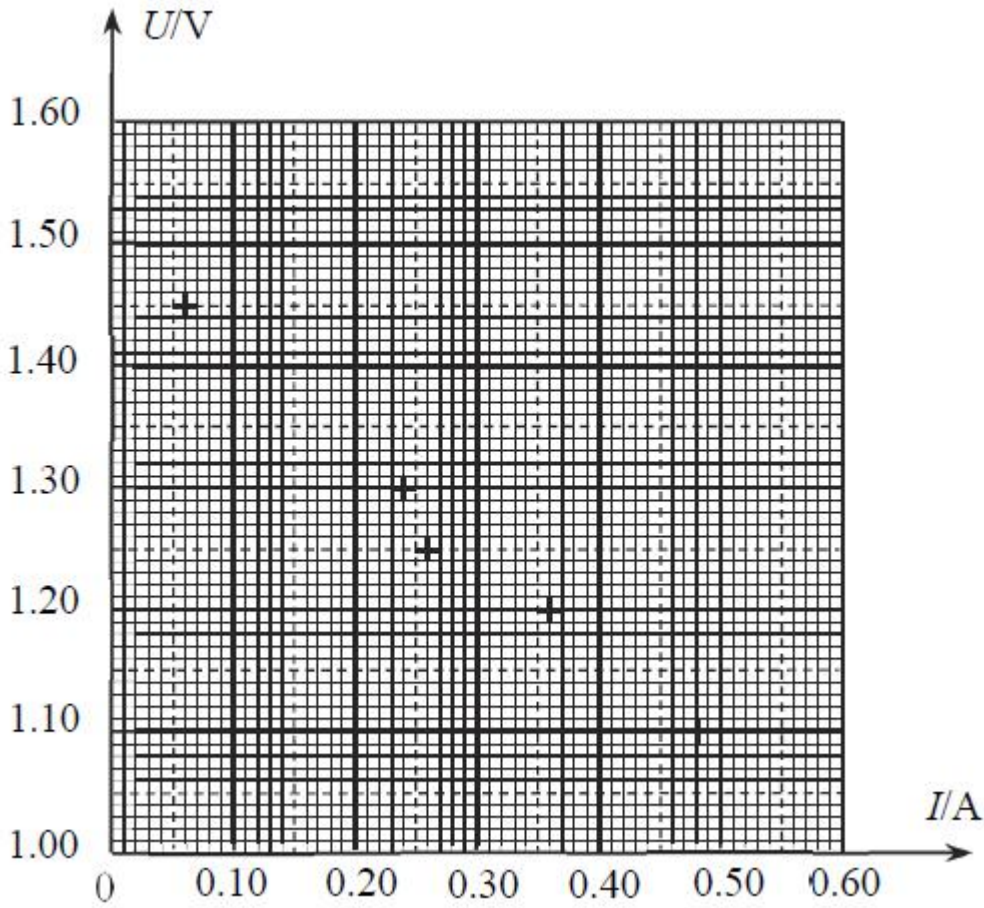
图 2

实验中电流表应选用\_\_\_\_\_；电压表应选用\_\_\_\_\_；滑动变阻器应选用\_\_\_\_\_（填器材代号）。

(2) 完成图 2 中实物间的连线。

(3) 甲同学在实验中记录了 6 组数据如下表所示，其中 5 组数据的对应点已经标在坐标纸上，请标出余下一组数据对应的坐标点，并画出  $U-I$  图线。

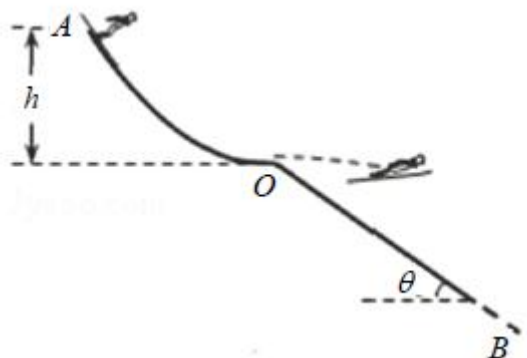
序号	1	2	3	4	5	6
$U$ (V)	1.45	1.40	1.30	1.25	1.20	1.10
$I$ (A)	0.06	0.12	0.24	0.26	0.36	0.48



根据所画图线，可得出干电池的电动势  $E = \underline{\hspace{2cm}}$  V。

(4) 甲同学认为若不考虑电压表和电流表内阻对实验的影响，则电压表的读数  $U$  与对应的电流表的读数  $I$  的比值  $\frac{U}{I}$  就等于干电池的内阻；乙同学认为电压表的读数变化量  $\Delta U$  与相对应的电流表的读数变化量  $\Delta I$  的比值的绝对值  $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$  才等于电源的内阻。请判断哪位同学的观点是正确的，并说明你的判断依据。

17. (9分) 2022年第24届冬季奥林匹克运动会将在北京和张家口举行，跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一。如图所示为简化的跳台滑雪的雪道示意图， $AO$  为助滑道， $OB$  为着陆坡。运动员从助滑道上的  $A$  点由静止滑



下，然后从  $O$  点沿水平方向飞出，最后在着陆坡上着陆。已知， $A$  点与  $O$  点的高度差为  $h$ ，着陆坡  $OB$  的倾角为  $\theta$ ，运动员的质量为  $m$ ，重力加速度为  $g$ 。将运动员和滑雪板整体看作质点，不计一切摩擦和空气阻力，求：

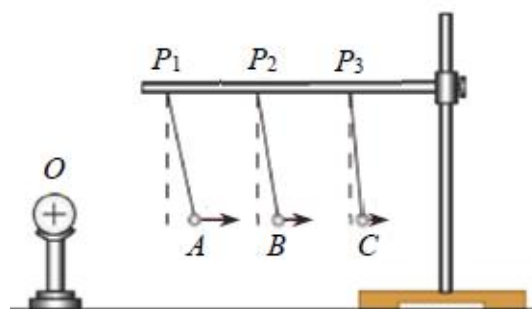
- (1) 运动员经过  $O$  点时的速度大小  $v$ ；
- (2) 运动员从飞出到着陆的时间  $t$ ；
- (3) 运动员的着陆点到  $O$  点的距离  $s$ 。



18. (9分) 电荷周围存在电场，电场虽然看不见，但是它却是客观存在的，可以通过实验对它进行观察和研究。

如图所示， $O$  是一个均匀带电球，把一个系在丝线上的带电量为  $+q$ 、质量为  $m$  的试探小球先后依次挂在图中  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  三个不同位置，调整丝线长度，使小球静止时的三个位置  $A$ 、 $B$ 、 $C$  与带电球  $O$  的球心处于同一水平线上，三处的丝线与竖直方向的夹角分别为  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ ，且  $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ 。已知重力加速度为  $g$ 。

- (1) 对带电小球静止于  $A$  位置时的受力进行分析，画出受力示意图，并求小球所受电场力的大小  $F_A$ ；
- (2) 根据电场强度的定义，推导带电球产生的电场在  $A$  位置处的场强大小  $E_A$  的表达式，并据此比较  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个位置的电场强度  $E_A$ 、 $E_B$ 、 $E_C$  的大小关系。



19. (12分) 人们对电场的认识是不断丰富的，麦克斯韦经典电磁场理论指出，除静止电荷产生的静电场外，变化的磁场还会产生感生电场。静电场和感生电场既有相似之处，又有区别。电子质量为  $m$ ，电荷量为  $e$ 。





请分析以下问题。

(1) 如图 1 所示，在金属丝和金属板之间加以电压  $U$ ，金属丝和金属板之间会产生静电场，金属丝发射出的电子在静电场中加速后，从金属板的小孔穿出。忽略电子刚刚离开金属丝时的速度，求电子穿出金属板时的速度大小  $v$ 。

(2) 电子感应加速器是利用感生电场加速电子的装置，其基本原理如图 2 所示。上图为侧视图，S、N 为电磁铁的两个磁极，磁极之间有一环形真空室，下图为真空室的俯视图。电磁铁线圈中电流发生变化时，产生的感生电场可以使电子在真空室中加速运动。

a. 如果电子做半径不变的变加速圆周运动。已知电子运动轨迹半径为  $R$ ，电子轨迹所在处的感生电场的场强大小恒为  $E$ ，方向沿轨迹切线方向。求初速为 0 的电子经时间  $t$  获得的动能  $E_k$  及此时电子所在位置的磁感应强度大小  $B$ ；

b. 在静电场中，由于静电力做的功与电荷运动的路径无关，电荷在静电场中具有电势能，电场中某点的电荷的电势能与它的电荷量的比值，叫做这一点的电势。试分析说明对加速电子的感生电场是否可以引入电势概念。

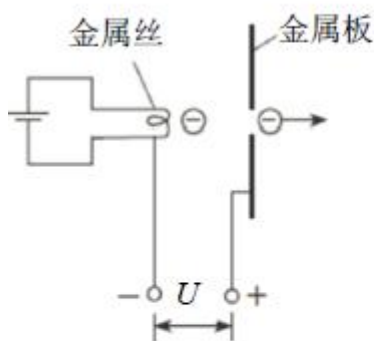


图 1

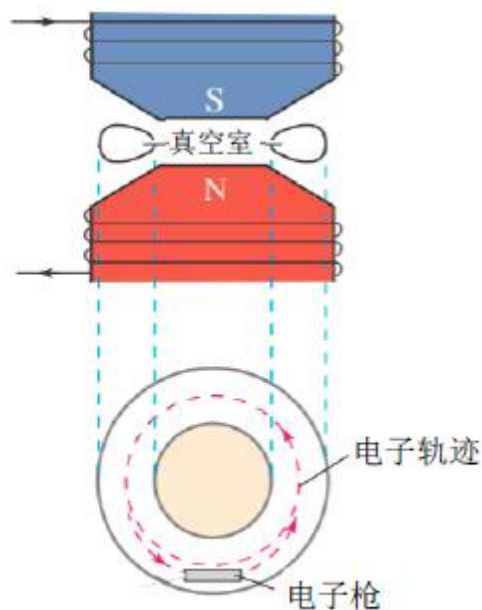


图 2

20. (12 分) 二十世纪初，卢瑟福进行  $\alpha$  粒子散射实验的研究，改变了人们对原子结构的认识。

(1) 如图 1 所示, 有两个 $\alpha$  粒子均以速度  $v$  射向金原子, 它们速度方向所在的直线都不过金原子核中心。请在图 1 中分别画出两个 $\alpha$  粒子此后的运动轨迹示意图。

(2) 如图 2 所示, 一个 $\alpha$ 粒子以速度  $v$  射向金原子, 速度方向所在直线过金原子核中心。由于金原子受到周边其他金原子的作用, 可将 $\alpha$ 粒子与一个金原子核的作用等效为与一个静止的、质量非常大的粒子发生弹性碰撞。请推导说明 $\alpha$ 粒子与金原子核作用后速度的大小和方向。

(3) 实验发现, 绝大多数 $\alpha$ 粒子穿过金箔后, 基本上仍沿原来的方向前进, 但有极少数 $\alpha$ 粒子发生了大角度偏转 (超过  $90^\circ$ )。卢瑟福根据该实验现象提出了原子的核式结构模型。为了研究问题的方便, 可作如下假设:

- ①将 $\alpha$  粒子视为质点, 金原子视为球, 金原子核视为球体;
- ②金箔中的金原子紧密排列, 金箔厚度可以看成很多单原子层并排而成;
- ③各层原子核前后不互相遮蔽;
- ④大角度偏转是 $\alpha$ 粒子只与某一层中的一个原子核作用的结果。

如果金箔厚度为  $L$ , 金原子直径为  $D$ , 大角度偏转的 $\alpha$ 粒子数占总 $\alpha$ 粒子的比例为  $p$ , 且  $p \ll 1$ 。

a. 请估算金原子核的直径  $d$ 。

b. 上面的假设做了很多简化处理, 这些处理会对金原子核直径  $d$  的估算产生影响。已知金箔的厚度约为  $10^{-7}$  m, 金原子直径约为  $10^{-10}$  m, 金原子核直径约为  $10^{-14}$  m。请对“可认为各层原子核前后不互相遮蔽”这一假设的合理性做出评价。

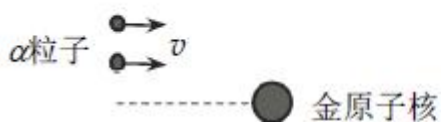


图 1



图 2



# 西城区高三统一测试

## 物理参考答案

2020.4

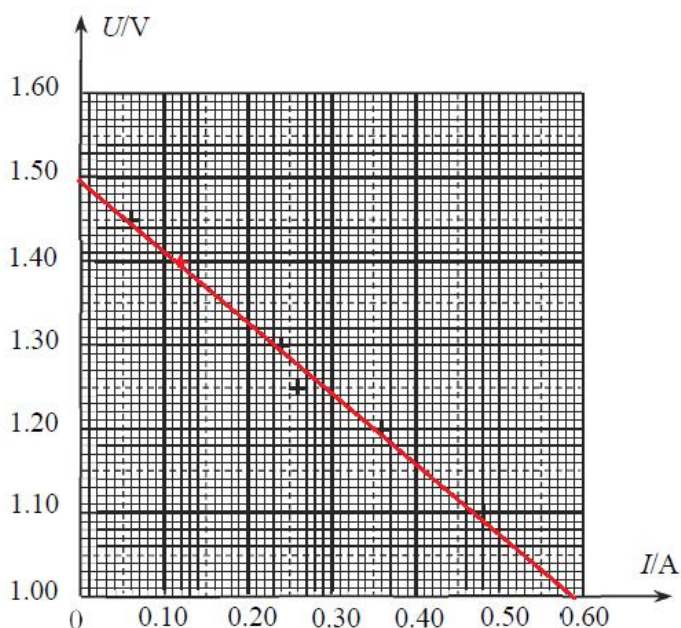
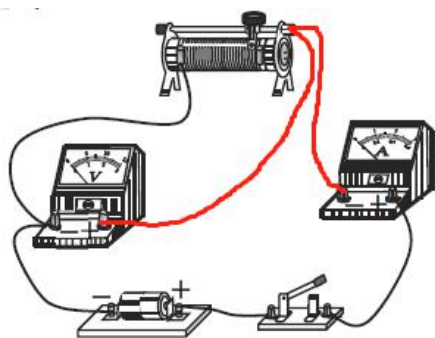
1、D 2、C 3、B 4、C 5、A 6、A 7、D 8、C 9、D 10、D

11、C 12、D 13、B 14、C

15、(1) B (2) 保证气体状态变化过程中温度尽可能保持不变 (3) C

16、(1)  $V_1$   $A_1$   $R_1$  (2) 如图所示 (3) 如图所示 1.49

(4) 乙同学说法正确。根据闭合电路欧姆定律， $U=E-Ir$ ，在电路变化过程中， $U$  与  $I$  的变化趋势是相反的（即一个变大，另一个就变小），因此  $U$  与  $I$  的比值  $\frac{U}{I}$  是不断变化的，不可能等于内阻。而在电路变化过程中，电动势  $E$  不变，任意取两个状态， $U_1=E-I_1r$ ， $U_2=E-I_2r$ ， $\Delta U=U_1-U_2$ ， $\Delta I=I_1-I_2$ ，可以得出  $\left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|=r$ 。由于两个状态是任意取的，因此乙同学说法正确。



17、

(1)  $AO$  段，由动能定理， $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得  $v = \sqrt{2gh}$

(2) 从  $O$  点飞出后，做平抛运动。水平方向  $x=vt$ ，竖直方向  $y = \frac{1}{2}gt^2$ 。落到斜面上， $\frac{y}{x} = \tan \theta$ 。



联立以上各式，解得  $t = 2 \tan \theta \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。

(3)  $x = vt = \sqrt{2gh} \cdot 2 \tan \theta \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4h \tan \theta$ ， $\cos \theta = \frac{x}{s}$ ，联立解得  $s = \frac{4h \tan \theta}{\cos \theta}$

18、

(1) 受竖直向下重力，水平向右的电场力，斜向上的拉力，图略， $F_A = mg \tan \theta_1$

(2) 由电场的定义， $E_A = \frac{F_A}{q} = \frac{mg \tan \theta_1}{q}$ 。同理  $E_B = \frac{F_B}{q} = \frac{mg \tan \theta_2}{q}$ ， $E_C = \frac{F_C}{q} = \frac{mg \tan \theta_3}{q}$

由于  $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ ，可得  $E_A > E_B > E_C$

19、

(1) 电子在电场中加速，由动能定理， $eU = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得  $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

(2)

a. 电子受到一直沿切线方向的电场力而不断加速，由牛顿第二定律  $eE = ma$ 。

由匀变速直线运动规律，经过时间  $t$ ，获得速度  $v = at$ ，动能  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 。

联立以上各式，可得  $E_k = \frac{e^2 E^2 t^2}{2m}$ 。

电子受到一直指向圆心的洛伦兹力而不断改变速度的方向， $F_r = evB$ 。

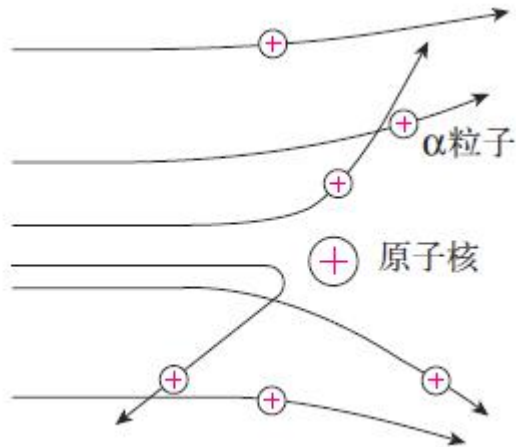
洛伦兹力充当向心力， $F_r = m \frac{v^2}{R}$ 。联立可得  $B = \frac{qEt}{eR}$ 。

b. 假设电场恒定，电子顺时针转一周，电场力做负功，电势能减少；电子逆时针转一周，电场力做正功，电势能增加。可以看出，同样的起点和终点，电场力的做功不同，说明电场力做功不是与路径无关，进而同一点的电势能不是不变的。因此对加速电子的感生电场，是不能引入电势概念的。

20、

(1) 类似于下图，靠近金原子核的偏转角度大一些。





(2) 设 $\alpha$ 粒子质量为 $m$ ，金原子核质量为 $M$ ，碰撞后， $\alpha$ 粒子速度为 $v_1$ ，金原子核速度为 $v_2$ 。

弹性碰撞，动量守恒： $mv = mv_1 + Mv_2$ ，能量守恒： $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$ ，解得 $v_1 = \frac{m-M}{m+M}v$

由题意 $M \gg m$ ，因此 $v_1 \approx -v$ ，即碰撞后速度大小几乎不变，方向与原来相反。

(3)

a. 金箔厚度为 $L$ ，金原子直径为 $D$ ，由假设，金原子层数 $N = \frac{L}{D}$ 。

$\alpha$ 粒子发生大角度偏转可以认为碰上了金原子核，根据统计规律和概率， $\frac{Nd}{L} = p$ 。

可以估算出 $d = \frac{D^2 p}{L}$

b. 如果可认为各层原子核前后不互相遮蔽，则 $d = \frac{D^2 p}{L}$ ，代入数据，可得 $p = 0.1$ ，不满足 $p \ll 1$

因此“可认为各层原子核前后不互相遮蔽”的假设不合理。

