2025年1月浙江省普通高校招生选考科目考试

物　理

可能用到的相关参数：重力加速度g取10 m/s^2

一、选择题Ⅰ（本题共10小题，每小题3分，共30分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，多选、错选均不得分）

1. 我国新一代车用电池能够提供更长的续航里程，其参数之一为210 W·h/kg。其中单位“W·h”（瓦时）对应的物理量是

A. 能量　　B. 位移　　C. 电流　　D. 电荷量

2. 我国水下敷缆机器人如图所示，具有“搜寻—挖沟—敷埋”一体化作业能力。可将机器人看成质点的是



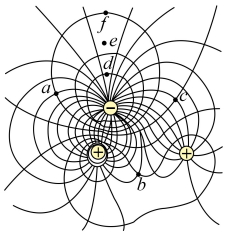
A. 操控机器人进行挖沟作业
B. 监测机器人搜寻时的转弯姿态
C. 定位机器人在敷埋线路上的位置
D. 测试机器人数埋作业时的机械臂动作

3. 中国运动员以121公斤的成绩获得2024年世界举重锦标赛抓举金牌，举起杠铃稳定时的状态如图所示。下列说法正确的是



A. 双臂夹角越大受力越小
B. 杠铃对每只手臂作用力大小为605 N
C. 杠铃对手臂的压力和手臂对杠铃的支持力是一对平衡力
D. 在加速举起杠铃过程中，地面对人的支持力大于人与杠铃总重力

4. 三个点电荷的电场线和等势线如图所示，其中的d、e与e、f两点间的距离相等，则

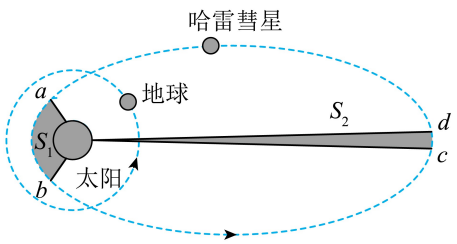


A. a点电势高于b点电势
B. a、c两点的电场强度相同
C. d、f间电势差为d、e间电势差的两倍
D. 从a到b与从f到b，电场力对电子做功相等

5. 有一离地面高度20 m、质量为2×10^{-13} kg稳定竖直降落的沙尘颗粒，在其降落过程中受到的阻力与速率v成正比，比例系数$k=1\times10^{-9}$ kg/s，则它降落到地面的时间约为

A. 0.5 h　　B. 3 h　　C. 28 h　　D. 166 h

6. 地球和哈雷彗星绕太阳运行的轨迹如图所示，彗星从a运行到b、从c运行到d的过程中，与太阳连线扫过的面积分别为S_1和S_2，且$S_1>S_2$。彗星在近日点与太阳中心的距离约为地球公转轨道半径的0.6倍，则彗星



A. 在近日点的速度小于地球的速度

B. 从 b 运行到 c 的过程中动能先增大后减小

C. 从 a 运行到 b 的时间大于从 c 运行到 d 的时间

D. 在近日点加速度约为地球的加速度的 0.36 倍

7. 有关下列四幅图的描述，正确的是

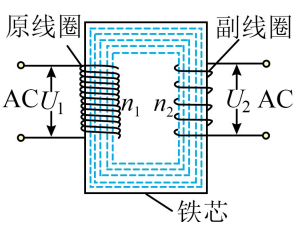


图 1

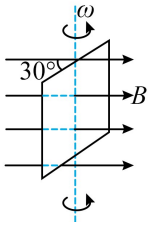


图 2

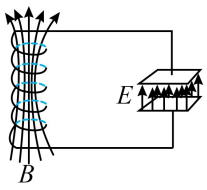


图 3

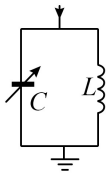


图 4

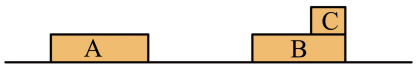
A. 图 1 中，$U_1 : U_2 = n_2 : n_1$

B. 图 2 中，匀速转动的线圈电动势正在增大

C. 图 3 中，电容器中电场的能量正在增大

D. 图 4 中，增大电容 C，调谐频率增大

8. 如图所示，光滑水平地面上放置完全相同的两长板 A 和 B，滑块 C(可视为质点) 置于 B 的右端，三者质量均为 1 kg。A 以 4 m/s 的速度向右运动，B 和 C 一起以 2 m/s 的速度向左运动，A 和 B 发生碰撞后粘在一起不再分开。已知 A 和 B 的长度均为 0.75 m，C 与 A、B 间动摩擦因数均为 0.5，则



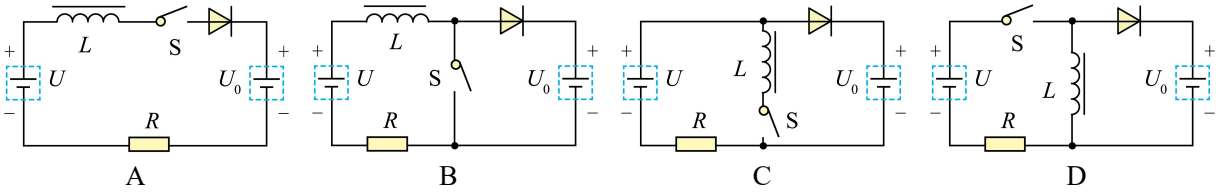
A. 碰撞瞬间 C 相对地面静止

B. 碰撞后到三者相对静止，经历的时间为 0.2 s

C. 碰撞后到三者相对静止，摩擦产生的热量为 12 J

D. 碰撞后到三者相对静止，C 相对长板滑动的距离为 0.6 m

9. 新能源汽车日趋普及，其能量回收系统可将制动时的动能回收再利用，当制动过程中回收系统的输出电压 (U) 比动力电池所需充电电压 (U_0) 低时，不能直接充入其中。在下列电路中，通过不断打开和闭合开关 S，实现由低压向高压充电，其中正确的是



10. 测量透明溶液折射率的装置如图 1 所示。在转盘上共轴放置一圆柱形容器，容器被透明隔板平分为两部分，一半充满待测溶液，另一半是空气。一束激光从左侧沿直径方向入射，右侧放置足够大的观测屏。在某次实验中，容器从图 2(俯视图) 所示位置开始逆时针匀速旋转，此时观测屏上无亮点；随着继续转动，亮点突然出现，并开始计时，经 Δt 后亮点消失。已知转盘转动角速度为 ω，空气折射率为 1，隔板折射率为 n，则待测溶液折射率 n_x 为 (光从折射率 n_1 的介质射入折射率 n_2 的介质，入射角与折射角分别为 θ_1 与 θ_2，有 $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \dfrac{n_2}{n_1}$)

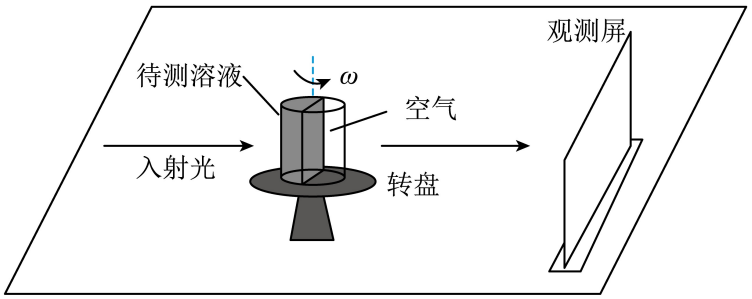


图 1

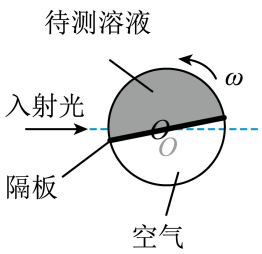


图 2

A. $\dfrac{1}{\sin\left(\dfrac{\omega\Delta t}{2}\right)}$　　B. $\dfrac{1}{\sin\left(\dfrac{\pi-\omega\Delta t}{2}\right)}$　　C. $\dfrac{n}{\sin\left(\dfrac{\omega\Delta t}{2}\right)}$　　D. $\dfrac{n}{\sin\left(\dfrac{\pi-\omega\Delta t}{2}\right)}$

二、选择题Ⅱ（本题共 3 小题，每小题 4 分，共 12 分。每小题列出四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分）

11. 如图 1 所示，三束由氢原子发出的可见光 P、Q、R 分别由真空玻璃管的窗口射向阴极 K。调节滑动变阻器，记录电流表与电压表示数，两者关系如图 2 所示。下列说法正确的是

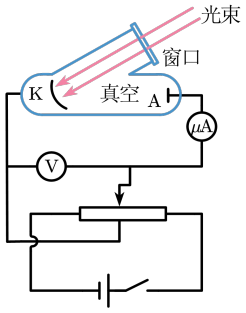


图 1

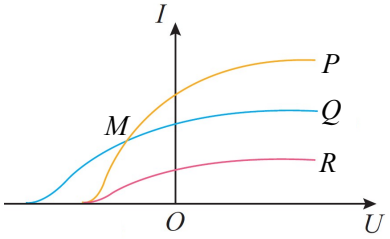


图 2

A. 分别射入同一单缝衍射装置时，Q 的中央亮纹比 R 宽

B. P、Q 产生的光电子在 K 处最小德布罗意波长，P 大于 Q

C. 氢原子向第一激发态跃迁发光时，三束光中 Q 对应的能级最高

D. 对应于图 2 中的 M 点，单位时间到达阳极 A 的光电子数目，P 多于 Q

12. 如图 1 所示，两波源 S_1 和 S_2 分别位于 $x=0$ 与 $x=12\,\mathrm{m}$ 处，以 $x=6\,\mathrm{m}$ 为边界，两侧为不同的均匀介质。$t=0$ 时两波源同时开始振动，其振动图像相同，如图 2 所示。$t=0.1\,\mathrm{s}$ 时 $x=4\,\mathrm{m}$ 与 $x=6\,\mathrm{m}$ 两处的质点开始振动。不考虑反射波的影响，则

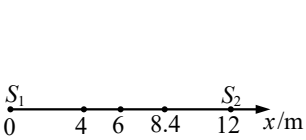


图 1

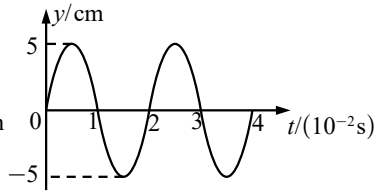


图 2

A. $t=0.15\,\mathrm{s}$ 时两列波开始相遇

B. 在 $6\,\mathrm{m}<x\leqslant 12\,\mathrm{m}$ 间 S_2 波的波长为 $1.2\,\mathrm{m}$

C. 两列波叠加稳定后，$x=8.4\,\mathrm{m}$ 处的质点振动减弱

D. 两列波叠加稳定后，在 $0<x<6\,\mathrm{m}$ 间共有 7 个加强点

13. 如图 1 所示，在平面内存在一以 O 为圆心、半径为 r 的圆形区域，其中存在一方向垂直平面的匀强磁场，磁感应强度 B 随时间变化如图 2 所示，周期为 $3t_0$。变化的磁场在空间产生感生电场，电场线为一系列以 O 为圆心的同心圆，在同一电场线上，电场强度大小相同。在同一平面内，有以 O 为圆心的半径为 $2r$ 的导电圆环 I，与磁场边界相切的半径为 $0.5r$ 的导电圆环 II，电阻均为 R，圆心 O 对圆环 II 上 P、Q 两点的张角 $\varphi=30°$；另有一可视为无限长的直导线 CD。导电圆环间绝缘，且不计相互影响，则

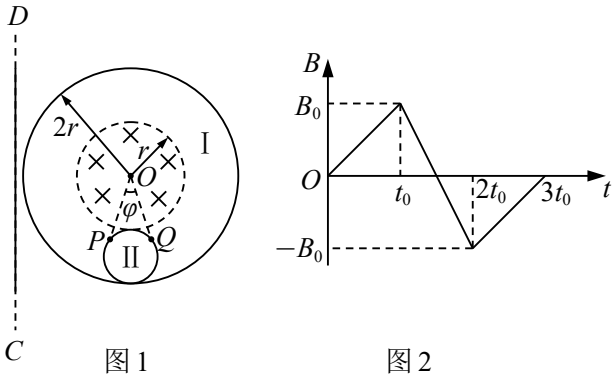


图 1　　图 2

A. 圆环 I 中电流的有效值为 $\dfrac{\sqrt{3}\pi r^2 B_0}{Rt_0}$

B. $t=1.5t_0$ 时刻直导线 CD 电动势为 $\pi r^2\dfrac{B_0}{t_0}$

C. $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 中电流为 $\dfrac{\pi r^2 B_0}{12Rt_0}$

D. $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 上 PQ 间电动势为 $\dfrac{1}{12}\pi r^2\dfrac{B_0}{t_0}$

三、非选择题 (本题共 5 小题，共 58 分)

14. Ⅰ (6 分) “探究加速度与力、质量的关系”的实验装置如图 1 所示。

(1) 如图 2 是某次实验中得到的纸带的一部分。每 5 个连续打出的点为一个计数点，电源频率为 50 Hz，打下计数点 3 时小车速度为_____ m/s (保留三位有效数字)。

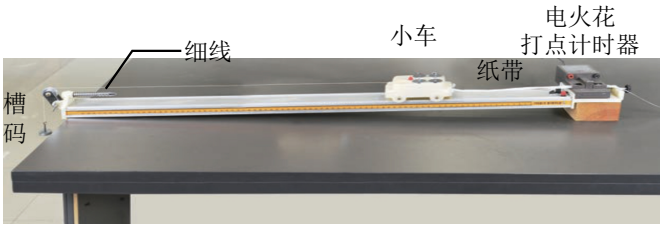


图 1

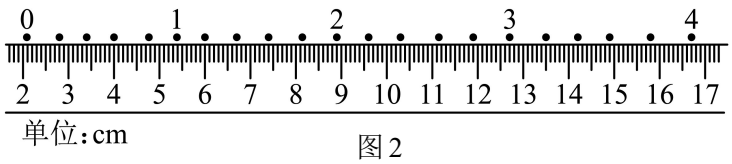


图 2

(2) 下列说法正确的是_____ (多选)

A. 改变小车总质量，需要重新补偿阻力

B. 将打点计时器接到输出电压为 8 V 的交流电源上

C. 调节滑轮高度，使牵引小车的细线跟长木板保持平行

D. 小车应尽量靠近打点计时器，并应先接通电源，后释放小车

(3) 改用如图 3 所示的气垫导轨进行实验。气垫导轨放在水平桌面上并调至水平，滑块在槽码的牵引下先后通过两个光电门，配套的数字计时器记录了遮光条通过光电门 1、2 的遮光时间分别为 Δt_1、Δt_2，测得两个光电门间距为 x，用游标卡尺测量遮光条宽度 d，结果如图 4 所示，其读数 $d=$ _____ mm，则滑块加速度 $a=$ _____ (用题中所给物理量符号表示)。

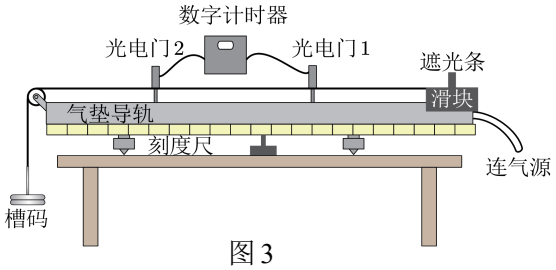


图 3

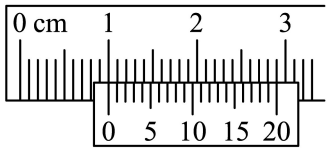
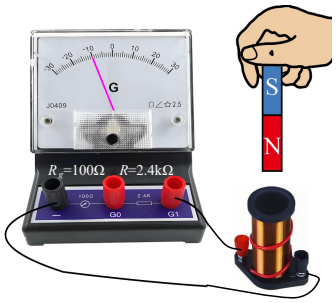


图 4

14. Ⅱ (3 分) 在“探究影响感应电流方向的因素”实验中，当电流从“−”接线柱流入灵敏电流表，指针左偏；从“G_0”或“G_1”接线柱流入，指针右偏。如图所示是某次实验中指针偏转角度最大的瞬间，则



(1) 此时磁铁的运动状态是 _____ (选填“向上拔出”、“静止”或“向下插入”)。

(2) 只做以下改变，一定会增大图中电流表指针偏转角度的是 _____ (多选)

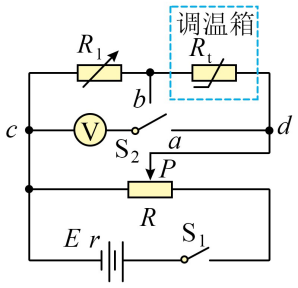
A. 磁铁静止，向上移动线圈

B. 增大 (1) 中磁铁运动速度

C. 将导线从接线柱 G_1 移接至接线柱 G_0

D. 将一个未与电路相接的闭合线圈套在图中线圈外

14. Ⅲ. (5 分) 某同学研究半导体热敏电阻 (其室温电阻约为几百欧姆)R_t 的阻值随温度规律，设计了如图所示电路。器材有：电源 E(4.5 V，0.5 Ω)，电压表 (3 V，50 kΩ)，滑动变阻器 R(A：“0 ～ 10 Ω”或 B：“0 ～ 100 Ω”)，电阻箱 R_1(0 ～ 99999.9 Ω)，开关、导线若干。



(1) 要使 cd 两端电压 U_0 在实验过程中基本不变，滑动变阻器选 _____ (选填“A”或“B”)；

(2) 正确连线，实验操作如下：

①滑动变阻器滑片 P 移到最左端，电阻箱调至合适阻值，合上开关 S_1；

②开关 S_2 切换到 a，调节滑片 P 使电压表示数为 $U_0=2.50$ V；再将开关 S_2 切换到 b，电阻箱调至 $R_1=200.0$ Ω，记录电压表示数 $U_1=1.40$ V、调温箱温度 $t_1=20$°C，则温度 t_1 下 $R_t=$ _____ Ω(保留三位有效数字)

③保持 R_1、滑片 P 位置和开关 S_2 状态不变，升高调温箱温度，记录调温箱温度和相应电压表示数，得到不同温度下 R_t 的阻值。

(3) 请根据题中给定的电路且滑片 P 位置保持不变，给出另一种测量电阻 R_t 的简要方案。

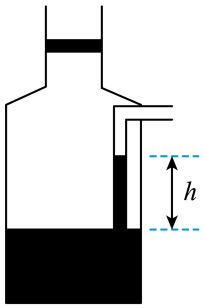
_____

15. (8 分) 如图所示，导热良好带有吸管的瓶子，通过瓶塞密封有温度 $T_1 = 300\ \mathrm{K}$、体积 $V_1 = 1 \times 10^3\ \mathrm{cm}^3$ 处于状态 1 的理想气体，管内水面与瓶内水面的高度差 $h = 10\ \mathrm{cm}$。将瓶子放进 $T_2 = 303\ \mathrm{K}$ 的恒温水中，瓶塞无摩擦缓慢上升恰好停在瓶口，h 保持不变，气体达到状态 2，此时锁定瓶塞，再缓慢地从吸管中吸走部分水后，管内和瓶内水面等高，气体达到状态 3。已知从状态 2 到状态 3，气体对外做功 1.02 J，从状态 1 到状态 3，气体吸收热量 4.56 J；大气压 $p_0 = 1.0 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$，水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3\ \mathrm{kg/m}^3$；忽略表面张力和水蒸气对压强的影响。

(1) 从状态 2 到状态 3，气体分子平均速率_____(选填“增大”、“减小”或“不变”)，单位时间内撞击单位面积瓶壁的分子数_____(选填“增多”、“减少”或“不变”)；

(2) 求气体在状态 3 的体积 V_3；

(3) 求从状态 1 到状态 3 气体内能的改变量 ΔU。

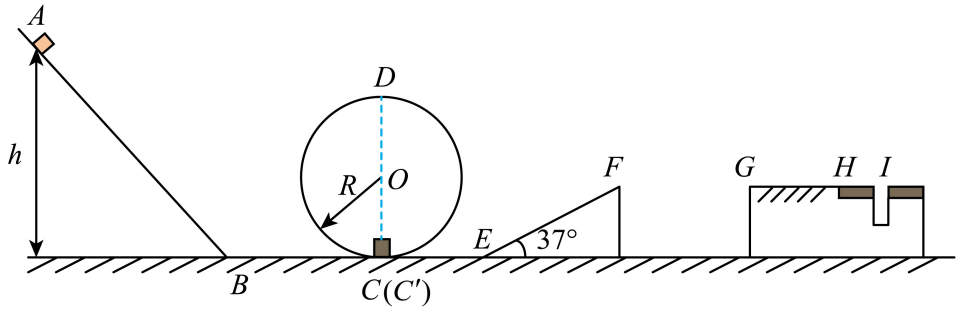


16. (11 分) 一游戏装置的竖直截面如图所示。倾斜直轨道 AB、半径为 R 的竖直螺旋轨道、水平轨道 BC 和 $C'E$、倾角为 37° 的倾斜直轨道 EF 平滑连接成一个抛体装置。该装置除 EF 段轨道粗糙外，其余各段均光滑，F 点与水平高台 GHI 等高。游戏开始，一质量为 m 的滑块 1 从轨道 AB 上的高度 h 处静止滑下，与静止在 C 点、质量也为 m 的滑块 2 发生完全非弹性碰撞后组合成滑块 3，滑上滑轨。若滑块 3 落在 GH 段，反弹后水平分速度保持不变，竖直分速度减半；若滑块落在 H 点右侧，立即停止运动。已知 $R=0.2\,\mathrm{m}$，$m=0.1\,\mathrm{kg}$，EF 段长度 $L=\frac{5}{16}\,\mathrm{m}$，$FG$ 间距 $L_{FG}=0.4\,\mathrm{m}$，GH 间距 $L_{GH}=0.22\,\mathrm{m}$，HI 间距 $L_{HI}=0.1\,\mathrm{m}$，EF 段 $\mu=0.25$。滑块 1、2、3 均可视为质点，不计空气阻力，$\sin37^\circ=0.6$，$\cos37^\circ=0.8$。

(1) 若 $h=0.8\,\mathrm{m}$，求碰撞后瞬间滑块 3 的速度大小 v_C；

(2) 若滑块 3 恰好能通过圆轨道 CDC'，求高度 h；

(3) 若滑块 3 最终落入 I 点的洞中，则游戏成功。讨论游戏成功的高度 h。



17. (12 分) 如图所示，接有恒流源的正方形线框边长 $\sqrt{2L}$、质量 m、电阻 R，放在光滑水平地面上，线框部分处于垂直地面向下、磁感应强度为 B 的匀强磁场中。以磁场边界 CD 上一点为坐标原点，水平向右建立 Ox 轴，线框中心和一条对角线始终位于 Ox 轴上。开关 S 断开，线框保持静止，不计空气阻力。

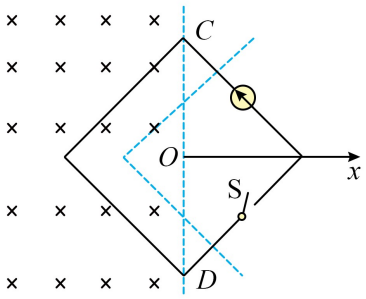
(1) 线框中心位于 $x=0$，闭合开关 S 后，线框中电流大小为 I，求

①闭合开关 S 瞬间，线框受到的安培力大小；

②线框中心运动至 $x=L/2$ 过程中，安培力做功及冲量；

③线框中心运动至 $x=L/2$ 时，恒流源提供的电压；

(2) 线框中心分别位于 $x=0$ 和 $x=L/2$，闭合开关 S 后，线框中电流大小为 I，线框中心分别运动到 $x=L$ 所需时间分别为 t_1 和 t_2，求 t_1-t_2。



18. (13 分) 同位素$^{14}_{6}C$相对含量的测量在考古学中有重要应用，其测量系统如图 1 所示。将少量古木样品碳化、电离后，产生的离子经过静电分析仪 ESA—I、磁体—I 和高电压清除器，让只含有三种碳同位素$^{12}_{6}C$、$^{13}_{6}C$、$^{14}_{6}C$的C^{3+}离子束 (初速度可忽略不计) 进入磁体—II。磁体—II 由电势差为 U 的加速电极 P，磁感应强度为 B、半径为 R 的四分之一圆弧细管道和离子接收器 F 构成。通过调节 U，可分离$^{12}_{6}C$、$^{13}_{6}C$、$^{14}_{6}C$三种同位素，其中$^{12}_{6}C$、$^{13}_{6}C$的C^{3+}离子被接收器 F 所接收并计数，它们的离子数百分比与 U 之间的关系曲线如图 2 所示，而$^{14}_{6}C$离子可通过接收器 F，进入静电分析仪 ESA—II，被接收器 D 接收并计算。

(1) 写出中子与$^{14}_{7}N$发生核反应生成$^{14}_{6}C$，以及$^{14}_{6}C$发生 β 衰变生成$^{14}_{7}N$的核反应方程式；

(2) 根据图 2 写出$^{12}_{6}C$的C^{3+}离子所对应的 U 值，并求磁感应强度 B 的大小 (计算结果保留两位有效数字。已知 $R=0.2\,\mathrm{m}$，原子质量单位 $u=1.66\times10^{-27}\,\mathrm{kg}$，元电荷 $e=1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C}$)；

(3) 如图 1 所示，ESA—II 可简化为间距 $d=5\,\mathrm{cm}$ 两平行极板，在下极板开有间距 $L=10\,\mathrm{cm}$ 的两小孔，仅允许入射角 $\varphi=45°$ 的$^{14}_{6}C$离子通过。求两极板之间的电势差 U_1；

(4) 对古木样品，测得$^{14}_{6}C$与$^{12}_{6}C$离子数之比值为 4×10^{-13}；采用同样办法，测得活木头中$^{14}_{6}C$与$^{12}_{6}C$的比值为 1.2×10^{-12}，由于它与外部环境不断进行碳交换，该比例长期保持稳定。试计算古木被砍伐距今的时间 (已知$^{14}_{6}C$的半衰期约为 5700 年，$\ln3=1.1$，$\ln2=0.7$)。

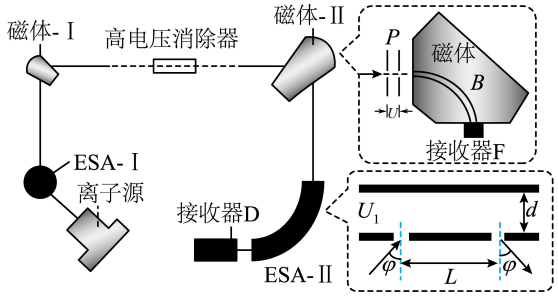


图1

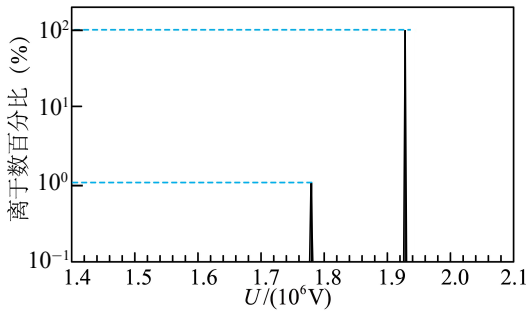


图2

1. A
2. C
3. D
4. *D*

解析 *A*．电场线从高等势面指向低等势面，即电场线从图中的正电荷指向负电荷，因此 *b* 点所在的等势面高于 *a* 点所在的等势面，A 错误；

B．电场方向垂直等势面，故 *a*、*c* 两点电场强度方向不同，电场强度不同，B 错误；

C．从 $d\to e\to f$ 电场强度逐渐减小，间距相等，结合 $U=Ed$ 可知 $0<U_{fe}<U_{ed}$，则 $U_{fd}<2U_{ed}$，*C* 错误；

D．*a* 点与 *f* 点在同一等势面上，*a*、*b* 两点和 *f*、*b* 两点的电势差相等，根据电场力做功 $W=qU$ 可知电场力对电子做功相等，D 正确。

5. B

解析 稳定竖直下落，即认为匀速下落，有 $mg=kv$，得 $v=\dfrac{mg}{k}=2\times10^{-3}\,\mathrm{m/s}$，$t=\dfrac{h}{v}=10^{4}\,\mathrm{s}\approx2.8\,\mathrm{h}$

6. C

解析 *A*．彗星通过近日点时做离心运动，故该点速度大于该点处圆周轨道速度，从而大于地球速度

B．从 *b* 运行到 *c* 的过程彗星一直远离太阳，万有引力一直做负功，故动能一直减小，B 错误；

C．根据开普勒第二定律可知，哈雷彗星绕太阳经过相同的时间扫过的面积相同。根据 $S_1>S_2$ 可知从 *a* 运行到 *b* 的时间大于从 *c* 运行到 *d* 的时间，*C* 正确；

D．万有引力提供加速度，由 $G\dfrac{Mm}{r^2}=ma$ 得 $a=\dfrac{GM}{r^2}\propto\dfrac{1}{r^2}$，则 $\dfrac{a_1}{a_2}=\dfrac{r_2^2}{r_1^2}=\dfrac{1}{0.36}$，D 错误

7. *C*

解析 *A*．理想变压器原副线圈与匝数的关系为 $\dfrac{U_1}{U_2}=\dfrac{n_1}{n_2}$，*A* 错误；

B．从图 2 所示位置转动至线框与磁感线垂直的过程中，逐渐转向中性面，因此线框中的电动势逐渐减小，B 错误；

C．电容器中电场强度方向竖直向上，因此下极板带正电，上极板带负电，根据线圈的磁场方向结合安培定则可知电流流向正极板，因此电容器正在充电，电场的能量正在增大，C 正确；

D．电容 C 增大，根据电磁振荡的频率 $f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 可知调谐频率减小，D 错误。

故选 C。

8. *D*

解析 *A*．碰撞瞬间 *C* 速度不变

BCD．规定向右为正方向，“*AB*”系统碰撞瞬间由动量守恒 $mv_A-mv_B=2mv_{AB}$，得 $v_{AB}=1\,\mathrm{m/s}$

假设最终 *C* 没有滑出长板，则根据“*ABC*”系统动量守恒，有 $mv_A-2mv_C=3mv_{共}$，得 $v_{共}=0$，

摩擦产生的热量 $Q=\dfrac{1}{2}(2m)v_{AB}^2+\dfrac{1}{2}mv_C^2=3\,\mathrm{J}$，由 $Q=\mu mgs_{相对}$ 得 $s_{相对}=0.6\,\mathrm{m}<0.75\,\mathrm{m}$，

故假设成立，最终 *C* 停在 *B* 板上。碰撞后到三者相对静止所经历时间 $t=\dfrac{v_C}{\mu g}=0.4\,\mathrm{s}$

9. *B*

解析 *A*．由于 $U<U_0$，则开关 S 闭合后无法充电，断开后 U_0 断路，更无法充电

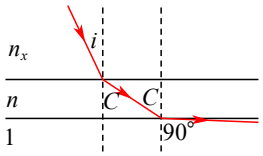
B．开关 *S* 闭合稳定后，有电流通过线圈；当 *S* 断开时，线圈产生自感电动势，与 *U* 叠加后的总电压可大于 U_0，故可以对其充电

C．由于$U<U_0$，开关断开时无法充电，闭合时线圈分流，更无法充电

D．由于$U<U_0$，则开关S闭合后无法充电，有电流从上到下通过线圈；当S断开时，线圈的电流无法通过二极管，故不会对电池充电

10. A

解析 当屏上无亮点时，光线从隔板射到空气上时发生了全发射，亮点出现瞬间，光线射出隔板时刚好达到临界角，有$\sin C=\frac{1}{n}$，此时射入隔板时的入射角i满足$\frac{\sin i}{\sin C}=\frac{n}{n_x}$，故有$n=\frac{1}{\sin i}$，由题意得$\omega\Delta t=2i$，故$n=\frac{1}{\sin(\frac{\omega\Delta t}{2})}$



补充：当光依次通过界面相互平行的不同介质时，有$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}$，$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_3}=\frac{n_3}{n_2}$，故有$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_3}=\frac{n_3}{n_1}$，即只要光线能射出，可以不必考虑中间介质的折射率和厚度，本题可以直接当做光从液体射向空气情景处理。

11. BC

解析 A．Q的遏止电压大于R，故Q频率大于R，故Q的中央亮纹比R窄；

B．Q的遏止电压大于P，故Q频率大于P，所以Q产生的光电子最大初动能大于P，由$p=\sqrt{2mE_k}$，$\lambda=\frac{h}{p}$可知在K处，动能越大德布罗意波长越小，故Q的最小德布罗意波长小于P；

C．Q频率最大，故跃迁发光时三束光中Q对应的能级最高

D．M点代表电流大小相同，故由$I=\frac{Q}{t}$得单位时间到达阳极A的光电子数目相同。

12. BC

解析 A．$t=0.1\,\mathrm{s}$时S_2正好传播到$x=6\,\mathrm{m}$处，故两波在$x=5\,\mathrm{m}$处相遇，左侧介质中波速$v_1=\frac{4}{0.1}=40\,\mathrm{m/s}$，故相遇时刻$t_1=\frac{5}{40}=0.125\,\mathrm{s}$；

B．右侧介质中波速$v_2=\frac{6}{0.1}=60\,\mathrm{m/s}$，波源周期$T=0.02\,\mathrm{s}$，故对应波长$\lambda_2=v_2T=1.2\,\mathrm{m}$；

C．S_1传播到$x=6\,\mathrm{m}$所需时间$t=\frac{6}{40}=0.15\,\mathrm{s}$，此时$S_2$正从平衡位置向下运动，此后可等效为在$x=6\,\mathrm{m}$和$x=12\,\mathrm{m}$处的两个波源（相位相反）在右介质中传播，干涉稳定后，在两波源中点$x=9\,\mathrm{m}$处为振动减弱点。在两波源连线上，相邻两减弱点距离为$\frac{\lambda_2}{2}=0.6\,\mathrm{m}$，故$x=8.4\,\mathrm{m}$也为减弱点；

D．$t=0.15\,\mathrm{s}$时S_1正从平衡位置向下运动，此后可等效为在$x=0\,\mathrm{m}$和$x=6\,\mathrm{m}$处的两个波源（相位相反）在左介质中传播，干涉稳定后，加强点满足$\Delta s=(2n+1)\frac{\lambda_1}{2}$，其中$\lambda_1=v_1T=0.8\,\mathrm{m}$，$-6\,\mathrm{m}<\Delta s<6\,\mathrm{m}$，解得$-8<n<7$，故有14个加强点。

13. BD

解析 A．圆环I中，在一个周期内的感应电动势大小分别为$E_1=E_3=\frac{\pi r^2B_0}{t_0}=\frac{1}{2}E_2$

故有$I_{有}^2R\cdot 3t_0=\frac{E_1^2}{R}t_0+\frac{E_2^2}{R}t_0+\frac{E_3^2}{R}t_0$，得$I_{有}=\frac{\sqrt{2}E_1}{R}=\frac{\sqrt{2}\pi r^2B_0}{Rt_0}$

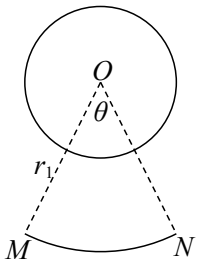
C．圆环II回路中没有磁通量变化，故电流为0；

D．半径为r_1（$r_1>r$）的圆上产生的感应电动势$E=\frac{\pi r^2\Delta B}{\Delta t}$，设圆心$O$对该圆上$M$、$N$两点的张角

为 θ，故 MN 间的电动势 $E_{MN}=\frac{\theta}{2\pi}E=\frac{\theta r^2\Delta B}{2\Delta t}$，

故 $t=0.5t_0$ 时刻圆环 II 上 PQ 间电动势 $E_{PQ}=\frac{\varphi r^2 B_0}{2t_0}=\frac{1}{12}\pi r^2\frac{B_0}{t_0}$

B．无限长直导线 CD 相对圆心的张角 $\theta=\pi$，故 $E_{CD}=\frac{\pi r^2\Delta B}{2\Delta t}=\frac{\pi r^2 B_0}{t_0}$



14. (1)0.390　(2)CD　(3)10.00、$a=\frac{d^2}{2x}\left(\frac{1}{\Delta t_2^2}-\frac{1}{\Delta t_1^2}\right)$

解析 (1) $v_3=\frac{x_{24}}{2T}=\frac{(16.70-8.90)\times10^{-2}}{0.2}\text{m/s}=0.390\text{m/s}$

(2) A．平衡摩擦力时满足 $mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$，两边质量消掉，改变小车质量时不需要重新平衡摩擦力，选项 A 错误；

B．电火花计时器需要接 220V 交流电源，选项 B 错误；

(3)注意是 20 分度，故遮光条宽度 $d=10\text{mm}+0.05\text{mm}\times0=10.00\text{mm}$；过两光电门时的速度分别为 $v_1=\frac{d}{\Delta t_1}$，$v_2=\frac{d}{\Delta t_2}$，根据 $v_2^2-v_1^2=2ax$　　，解得 $a=\frac{d^2}{2x}\left(\frac{1}{\Delta t_2^2}-\frac{1}{\Delta t_1^2}\right)$

14. (1)向上拔出　(2) BC

解析 (1)由图可知，灵敏电流表指针左偏，可知感应电流从“－”极流入，根据楞次定律可知，螺线管中产生的感应电流从上到下，可知磁铁的 N 极向上拔出；

(2) A．磁铁静止，向上移动线圈，则产生的感应电流不一定增加，指针偏角不一定会增加；

B．增大(1)中磁铁的速度，产生的感应电动势会增加，指针偏角会增大；

C．将导线从接线柱 G_1 移接到 G_0，量程减小，回路总电阻减小，故感应电流更大，电流计指针偏角变大；

D．将一个未与电路相接的闭合线圈套在线圈外，线圈中的感应电流不变，电流计指针偏角不变；

故选 BC。

14. (1)A　(2)157　(3) 见解析

解析 (1)要使得 cd 两端电压 U_0 在实验中基本不变，则滑动变阻器应该选择阻值较小的 A，这样 cd 两端电阻变化对回路分压影响很小；

(2) $R_t=\frac{U_0-U_1}{\frac{U_1}{R_1}}=\frac{(2.50-1.40)\times200}{1.40}\Omega\approx157\Omega$

(3)(题中滑片 P 位置保持不变，则电阻箱 R_1 与热敏电阻 R_t 两端电压之和保持不变。)

开关 S_2 先接 a，将 R_1 调到零，记录电压表读数 U；开关 S_2 再接到 b，调节 R_1，使电压表示数为 $U/2$，记录 R_1 的值，电阻 R_t 阻值即为 R_1 值。

15. (1) 不变、减小　(2) $V_3=1.0201\times10^3\text{cm}^3$　(3) $\Delta U=2.53\text{ J}$

解析 (1) 不变　减小

(2) 从状态 1 到状态 2 为等压过程，压强 $p_1=p_2=p_0+\rho gh=1.01\times10^5\text{Pa}$

由 $\frac{V_1}{T_1}=\frac{V_2}{T_2}$　　得 $V_2=1.01V_1=1.01\times10^3\text{cm}^3$

从状态 2 到状态 3 为等温过程，由 $p_2V_2=p_0V_3$　　得 $V_3=(1.01)^2V_1=1.0201\times10^3\text{cm}^3$

(另解：由理想气体状态方程得 $\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_0V_3}{T_2}$　　得 $V_3=1.0201\times10^3\text{cm}^3$)

(3) 从状态 1 到状态 2，气体对外做功 $W_1=p_1(V_2-V_1)=1.01\text{ J}$

故整个过程，有 $\Delta U=-W_1-W_2+Q=-1.01-1.02+4.56\text{ J}=2.53\text{ J}$

16. (1)$v_C=2\,\text{m/s}$　(2)$h=2\,\text{m}$　(3)$h=2.5\,\text{m}$ 或 $2\,\text{m}$

解析 (1)$A\to C$：$mgh=\frac{1}{2}mv_0^2$　　得 $v_0=\sqrt{2gh}=4\,\text{m/s}$

碰撞过程由动量守恒 $mv_0=2mv_C$　　得 $v_C=\frac{1}{2}v_0=2\,\text{m/s}$

(2) 圆轨道最高点，有 $2mg=2m\frac{v_D^2}{R}$　　得 $v_D=\sqrt{gR}$

$C\to D$：$-2mg(2R)=\frac{1}{2}(2m)v_D^2-\frac{1}{2}(2m)v_C^2$　其中 $v_C=\frac{1}{2}v_0=\frac{\sqrt{2gh}}{2}$　　得 $h=10R=2\,\text{m}$

(3)$C\to F$：$-2mgL\sin\theta-\mu(2m)gL\cos\theta=\frac{1}{2}(2m)v_F^2-\frac{1}{2}(2m)v_C^2$　　得 $v_F=\sqrt{5h-5}$

①直接落入洞中，$t=\frac{2v_F\sin\theta}{g}$，$L_{FG}+L_{GH}+L_{HI}=v_F\cos\theta\times t$　　得 $h=2.5\,\text{m}$

②经一次反弹落入洞中，$t'=\frac{2v_F\sin\theta}{g}+\frac{v_F\sin\theta}{g}=\frac{3v_F\sin\theta}{g}$　　得 $h=2\,\text{m}$

此时由第 (2) 问分析可得恰好通过最高点 D，故不存在多次反弹掉入洞中的情况。

综上，$h=2.5\,\text{m}$ 或 $2\,\text{m}$

17. (1) ① $F_A=2ILB$　　② $W=\frac{3}{4}IBL^2$，$I_F=\sqrt{\frac{3IBm}{2}}L$　　③ $U=BL^2\sqrt{\frac{3IB}{2m}}+IR$　(2)$t_1-t_2=0$

解析 (1) ①等效长度 $l=2L$，故安培力 $F_A=IlB=2ILB$

②线框运动到 x 时，等效长度 $l=2(L-x)$，故此时安培力 $F_A=2IB(L-x)$ 与 x 成线性关系，

故安培力做功 $W=\overline{F}\cdot\frac{L}{2}=\frac{2IBL+2IB\frac{L}{2}}{2}\cdot\frac{L}{2}=\frac{3}{4}IBL^2$

（另解：类比简谐运动，回复力 $F_A=2IB(L-x)=2IBx'=kx'$，即 $k=2IB$，

故 $W=\Delta E_p=\frac{1}{2}k\left[L^2-\left(\frac{L}{2}\right)^2\right]=\frac{3}{4}IBL^2$）

由动能定理 $W=\frac{1}{2}mv^2$　　得 $v=\sqrt{\frac{3IB}{2m}}L$

由动量定理 $I_F=mv$　　得 $I_F=\sqrt{\frac{3IBm}{2}}L$

③恒流源提供的电压，一部分施加在电阻上，一部分用于抵消反电动势，即有

$U=BLv+IR=BL^2\sqrt{\frac{3IB}{2m}}+IR$

（另解：总电动势等于电阻两端电压，$U-Blv=IR$；或能量守恒 $UI=BLvI+I^2R$）

(2) 类比简谐运动，回复力 $F_A=2IB(L-x)=2IBx'=kx'$，即 $k=2IB$，两次情景的 k 相同，故周期 T 一样，且都是从速度为 0 处（即最大振幅处）到达平衡位置，所以 $t_1=t_2=\frac{T}{4}$，即 $t_1-t_2=0$

（周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{m}{2IB}}$，故 $t_1=t_2=\frac{T}{4}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{2IB}}$，即 $t_1-t_2=0$）

18. (1) 见解析　　(2)$U=1.93\times10^6\,\text{V}$；$B=2.0\,\text{T}$　(3)$U_1=1.65\times10^6\,\text{V}$　(4)8957 年

解析 (1) ${}_0^1\text{n}+{}_7^{14}\text{N}\to{}_1^1\text{H}+{}_6^{14}\text{C}$，　${}_6^{14}\text{C}\to{}_7^{14}\text{N}+{}_{-1}^{0}\text{e}$

(2) 粒子经过电压 U 加速，$qU=\frac{1}{2}mv^2$；在磁场中偏转，$qvB=m\frac{v^2}{R}$，

得 $\frac{q}{m}=\frac{2U}{B^2R^2}$，所以比荷越大，所需的 U 越大，由于 ${}_6^{12}\text{C}$ 离子比荷最大，故对应的 $U=1.93\times10^6\,\text{V}$。

其中 $q=3e$，$m=12u$，故 $B=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU}{q}}=2.0\,\text{T}$

(3) 由 (2) 分析可知，三种粒子的 q 相同，则 m 与 U 的乘积恒定，${}_6^{14}\text{C}$ 经过磁场 2 时，所对应的电压满

足 $m_{14}U_{14}=m_{12}U_{12}$，得 $U_{14}=1.65\times10^{6}\,\mathrm{V}$

${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ 经过 ESA—II 区域时，入射速度 v 满足 $qU_{14}=\frac{1}{2}m_{14}v^{2}$

粒子在极板间做类斜抛运动，有 $2v\cos\varphi=at$，$L=vt\sin\varphi$，其中 $a=\frac{qU_{1}}{m_{14}d}$

得 $U_{1}=\frac{2d\sin2\varphi}{L}U_{14}=U_{14}=1.65\times10^{6}\,\mathrm{V}$

(4) 根据 $N=N_{0}\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$　　得 $\frac{4\times10^{-13}}{1.2\times10^{-12}}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}=\frac{1}{3}$，即 $\ln\frac{1}{3}=\frac{t}{T}\ln\frac{1}{2}$　所以 $t=T\frac{\ln3}{\ln2}=8957$ 年