2022 年河北等级考（重排版）

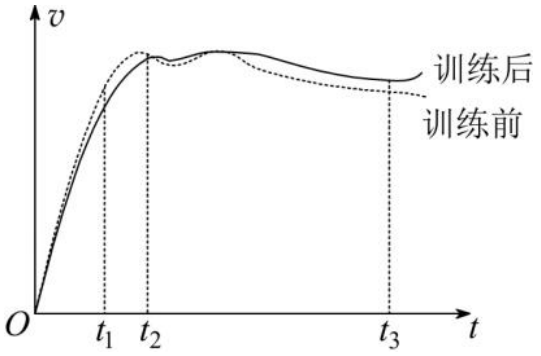
物理

16 题 | 满分 100 分（第 15、16 题任选一题作答） | 建议用时 75 分钟

题干、选项与配图均按原卷重新校对排版；公式采用 *Times New Roman* 斜体，矢量插图按原图重绘或高清置入。参考答案与详解另册，为本站自编。

一、单项选择题（共 7 题，每题 4 分，共 28 分）

1. 科学训练可以提升运动成绩。某短跑运动员科学训练前后百米全程测试中，速度 v 与时间 t 的关系图像如图所示。由图像可知（　　）



A. $0 \sim t_1$ 时间内，训练后运动员的平均加速度大

B. $0 \sim t_2$ 时间内，训练前、后运动员跑过的距离相等

C. $t_2 \sim t_3$ 时间内，训练后运动员的平均速度小

D. t_3 时刻后，运动员训练前做减速运动，训练后做加速运动

（4 分）

2. 2008 年，我国天文学家利用国家天文台兴隆观测基地的 *2.16* 米望远镜，发现了一颗绕恒星 HD173416 运动的系外行星 HD173416b。2019 年，该恒星和行星被国际天文学联合会分别命名为“羲和”和“望舒”。天文观测得到恒星“羲和”的质量是太阳质量的 2 倍。若将“望舒”与地球的公转均视为匀速圆周运动，且公转的轨道半径相等，则“望舒”与地球公转速度大小的比值为（　　）

A. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

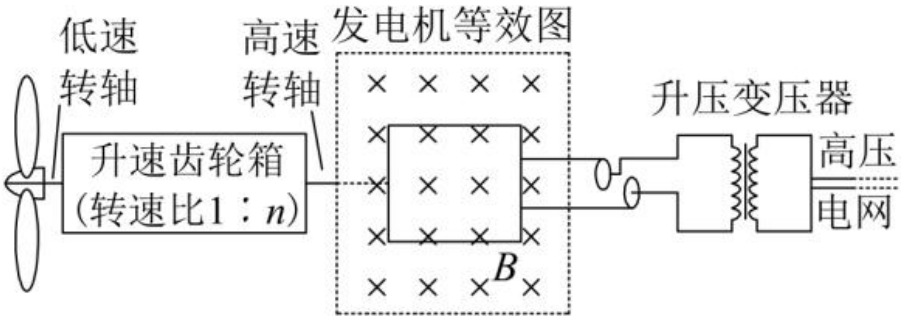
B. 2

C. $\sqrt{2}$

D. $\frac{1}{2}$

（4 分）

3. 张家口市坝上地区的风力发电场是北京冬奥会绿色电能的主要供应地之一，其发电、输电简易模型如图所示。已知风轮机叶片转速为每秒 z 转，通过转速比为 $1:n$ 的升速齿轮箱带动发电机线圈高速转动，发电机线圈面积为 S，匝数为 N，匀强磁场的磁感应强度为 B。$t=0$ 时刻，线圈所在平面与磁场方向垂直，发电机产生的交变电流经过理想变压器升压后，输出电压为 U。忽略线圈电阻，下列说法正确的是（　　）



A. 发电机输出的电压为 $\sqrt{2}\pi NBSz$

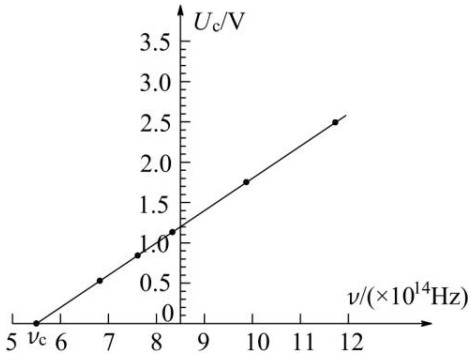
B. 发电机输出交变电流的频率为 $2\pi nz$

C. 变压器原、副线圈的匝数比为 $\sqrt{2}\pi NBSz:U$

D. 发电机产生的瞬时电动势 $e=\sqrt{2}\pi NBSz\sin(2\pi nzt)$

（4 分）

4. 如图是密立根于 1916 年发表的钠金属光电效应的遏止电压 U_c 与入射光频率 ν 的实验曲线，该实验直接证明了爱因斯坦光电效应方程，并且第一次利用光电效应实验测定了普朗克常量 h。由图像可知



A. 钠的逸出功为 $h\nu_c$

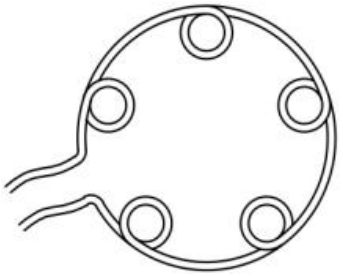
B. 钠的截止频率为 8.5×10^{14} Hz

C. 图中直线的斜率为普朗克常量 h

D. 遏止电压 U_c 与入射光频率 ν 成正比

（4 分）

5. 将一根绝缘硬质细导线顺次绕成如图所示的线圈，其中大圆面积为 S_1，小圆面积均为 S_2。垂直线圈平面方向有一随时间 t 变化的磁场，磁感应强度大小 $B = B_0 + kt$，B_0 和 k 均为常量，则线圈中总的感应电动势大小为（　　）

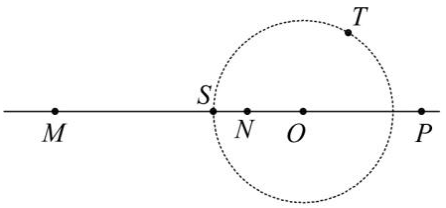


A. kS_1　　**B.** $5kS_2$

C. $k(S_1 - 5S_2)$　　**D.** $k(S_1 + 5S_2)$

（4 分）

6. 如图，真空中电荷量为 $2q$ 和 $-q$（$q > 0$）的两个点电荷分别位于 M 点与 N 点，形成一个以 MN 延长线上 O 点为球心、电势为零的等势面（取无穷处电势为零）。P 为 MN 连线上的一点，S 为等势面与直线 MN 的交点，T 为等势面上的一点，下列说法正确的是（　　）

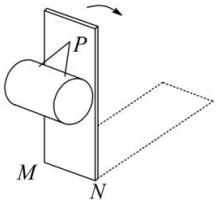


A. P 点电势低于 S 点电势　　**B.** T 点电场强度方向指向 O 点

C. 除无穷远处外，MN 直线上还有两个电场强度为零的点　　**D.** 将正试探电荷 q_0 从无穷远处移到 P 点，静电力做正功

（4 分）

7. 如图，用两根等长的细绳将一匀质圆柱体悬挂在竖直木板的 P 点，将木板以底边 MN 为轴向后方缓慢转动直至水平，绳与木板之间的夹角保持不变，忽略圆柱体与木板之间的摩擦。在转动过程中（　　）



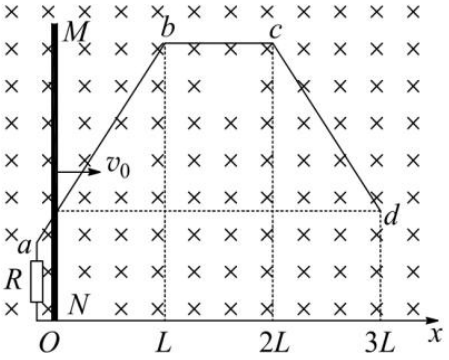
A. 圆柱体对木板的压力逐渐增大　　**B.** 圆柱体对木板的压力先增大后减小

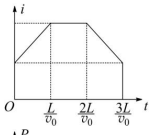
C. 两根细绳上的拉力均先增大后减小　　**D.** 两根细绳对圆柱体拉力的合力保持不变

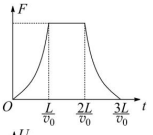
（4 分）

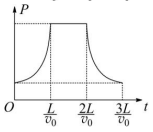
二、多项选择题（共 3 题，每题 6 分，共 18 分）

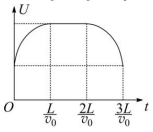
8. 如图，两光滑导轨水平放置在竖直向下的匀强磁场中，一根导轨位于 x 轴上，另一根由 ab、bc、cd 三段直导轨组成，其中 bc 段与 x 轴平行，导轨左端接入一电阻 R。导轨上一金属棒 MN 沿 x 轴正向以速度 v_0 保持匀速运动，$t=0$ 时刻通过坐标原点 O，金属棒始终与 x 轴垂直。设运动过程中通过电阻的电流强度为 i，金属棒受到安培力的大小为 F，金属棒克服安培力做功的功率为 P，电阻两端的电压为 U。导轨与金属棒接触良好，忽略导轨与金属棒的电阻，下列图像可能正确的是（　　）



A. 

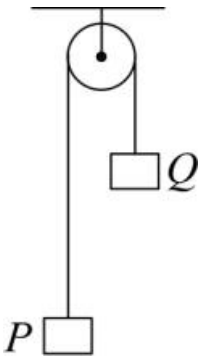
B. 

C. 

D. 

（6 分）

9. 如图，轻质定滑轮固定在天花板上，物体 P 和 Q 用不可伸长的轻绳相连，悬挂在定滑轮上，质量 $m_Q > m_P$。$t=0$ 时刻将两物体由静止释放，物体 Q 的加速度大小为 $\frac{g}{3}$。T 时刻轻绳突然断开，物体 P 能够达到的最高点恰与物体 Q 释放位置处于同一高度。取 $t=0$ 时刻物体 P 所在水平面为零势能面，此时物体 Q 的机械能为 E。重力加速度大小为 g，不计摩擦和空气阻力，两物体均可视为质点。下列说法正确的是（　　）



A. 物体 P 和 Q 的质量之比为 $1:3$

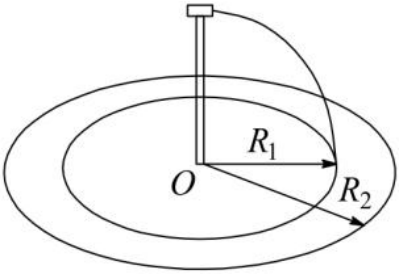
B. $2T$ 时刻物体 Q 的机械能为 $\frac{E}{2}$

C. $2T$ 时刻物体 P 重力的功率为 $\frac{3E}{2T}$

D. $2T$ 时刻物体 P 的速度大小为 $\frac{2gT}{3}$

（6 分）

10. 如图，广场水平地面上同种盆栽紧密排列在以 O 为圆心、R_1 和 R_2 为半径的同心圆上，圆心处装有竖直细水管，其上端水平喷水嘴的高度、出水速度及转动的角速度均可调节，以保障喷出的水全部落入相应的花盆中。依次给内圈和外圈上的盆栽浇水时，喷水嘴的高度、出水速度及转动的角速度分别用 h_1、v_1、ω_1 和 h_2、v_2、ω_2 表示。花盆大小相同，半径远小于同心圆半径，出水口截面积保持不变，忽略喷水嘴水平长度和空气阻力。下列说法正确的是（　　）



A. 若 $h_1 = h_2$，则 $v_1 : v_2 = R_2 : R_1$

B. 若 $v_1 = v_2$，则 $h_1 : h_2 = R_1^2 : R_2^2$

C. 若 $\omega_1 = \omega_2$、$v_1 = v_2$，喷水嘴各转动一周，则落入每个花盆的水量相同

D. 若 $h_1 = h_2$，喷水嘴各转动一周且落入每个花盆的水量相同，则 $\omega_1 = \omega_2$

（6 分）

三、非选择题（共 54 分）　（一）必考题：共 42 分

11. 某实验小组利用铁架台、弹簧、钩码、打点计时器、刻度尺等器材验证系统机械能守恒定律，实验装置如图 1 所示。

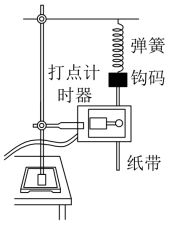


图1

弹簧的劲度系数为 k，原长为 L_0，钩码的质量为 m。已知弹簧的弹性势能表达式为 $E=\frac{1}{2}kx^2$，其中 k 为弹簧的劲度系数，x 为弹簧的形变量，当地的重力加速度大小为 g。

（1）在弹性限度内将钩码缓慢下拉至某一位置，测得此时弹簧的长度为 L。接通打点计时器电源，从静止释放钩码，弹簧收缩，得到了一条点迹清晰的纸带。钩码加速上升阶段的部分纸带如图 2 所示，

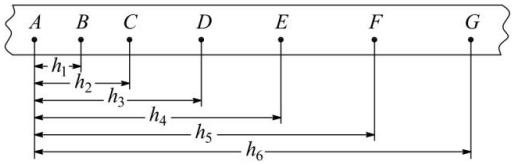


图2

纸带上相邻两点之间的时间间隔均为 T（在误差允许范围内，认为释放钩码的同时打出 A 点）。从打出 A 点到打出 F 点时间内，弹簧的弹性势能减少量为_____，钩码的动能增加量为_____，钩码的重力势能增加量为_____。

（2）利用计算机软件对实验数据进行处理，得到弹簧弹性势能减少量、钩码的机械能增加量分别与钩码上升高度 h 的关系，如图 3 所示。

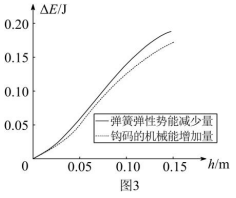


图3

由图可知，随着 h 增加，两条曲线在纵向的间隔逐渐变大，主要原因是_____。（6 分）

12. 某物理兴趣小组利用废弃电饭煲的部分器材自制简易电饭煲，设计电路如图 1 所示。

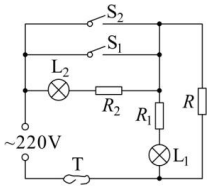


图1

选用的器材有：

限温开关 S_1（手动将其按下，开始持续加热煮饭，当锅内温度高于 103℃ 时自动断开，之后不能自动闭合）；

保温开关 S_2（当锅内温度高于 80℃ 时自动断开，温度低于 70℃ 时自动闭合）；

电饭煲的框架（结构如图 2 所示）。

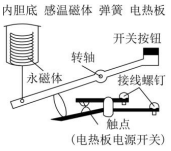


图2

自备元件有：加热电阻丝 R（阻值为 60 Ω，用于加热煮饭）；限流电阻 R_1 和 R_2（阻值均为 1 kΩ）；指示灯 L_1 和 L_2（2.5 V，0.6 W，当电流低于 30 mA 时可视为熄灭）；保险丝 T。

（1）按照兴趣小组设计的电路，下列说法正确的是_____（多选）。

A．按下 S_1，L_1 和 L_2 均发光

B．当锅内温度高于 103℃ 时，S_1 自动断开，L_1 和 L_2 均发光

C．保温过程中，S_2 自动在闭合、断开状态之间交替切换

D．当锅内温度低于 70℃ 时，S_2 自动闭合，L_1 发光，L_2 熄灭

（2）简易电饭煲制作完成后，试用时 L_1 始终不亮，但加热和保温功能均正常。在不增加元件的前提下，断开电源，使用多用电表判断发生故障的元件。下列操作步骤的正确顺序是_____（填写各步骤前的字母）。

A．将选择开关旋转到“×100”位置

B．将两支表笔直接接触，调节“欧姆调零旋钮”，使指针指向欧姆零点

C．调整“指针定位螺丝”，使指针指到零刻度

D．测量指示灯 L_1 两端的阻值

E．将选择开关置于 OFF 位置或交流电压最高挡

操作时，将多用电表两表笔与 L_1 两端接触。若指针如图 3 所示，

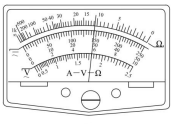


图3

可判断是_____断路损坏；若指针如图 4 所示，

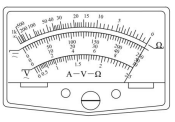


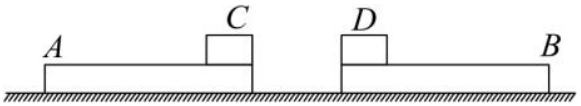
图4

可判断是_____断路损坏。（用电路中的元件符号表示）（9 分）

13. 如图，光滑水平面上有两个等高且足够长的滑板 A 和 B，质量分别为 $1\,\text{kg}$ 和 $2\,\text{kg}$，A 右端和 B 左端分别放置物块 C 和 D，物块的质量均为 $1\,\text{kg}$，A 和 C 以相同速度 $v_0 = 10\,\text{m/s}$ 向右运动，B 和 D 以相同速度 kv_0 向左运动。在某时刻发生碰撞，作用时间极短，碰撞后 C 与 D 粘在一起形成一个新物块，A 和 B 粘在一起形成一个新滑板，物块与滑板之间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.1$，重力加速度大小取 $g = 10\,\text{m/s}^2$。

（1）若 $0 < k < 0.5$，求碰撞后瞬间新物块和新滑板速度的大小和方向；

（2）若 $k = 0.5$，从碰撞后到新物块与新滑板相对静止时，求两者相对位移的大小。（11 分）



14. 两块面积和间距均足够大的金属板水平放置，如图 1 所示。

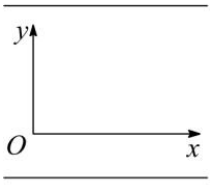


图1

金属板与可调电源相连形成电场，方向沿 y 轴正方向。在两板之间施加磁场，方向垂直 xOy 平面向外。电场强度和磁感应强度随时间的变化规律如图 2 所示。

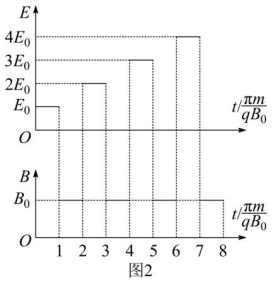


图2

板间 O 点放置一粒子源，可连续释放质量为 m、电荷量为 q（$q > 0$）、初速度为零的粒子，不计重力及粒子间的相互作用，图中物理量均为已知量。求：

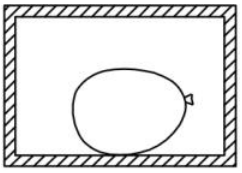
（1）$t = 0$ 时刻释放的粒子，在 $t = \frac{2\pi m}{qB_0}$ 时刻的位置坐标；

（2）在 $0 \sim \frac{6\pi m}{qB_0}$ 时间内，静电场对 $t = 0$ 时刻释放的粒子所做的功；

（3）在 $M(\frac{4\pi E_0 m}{qB_0^2}, \frac{\pi^2 E_0 m}{4qB_0^2})$ 点放置一粒接收器，在 $0 \sim \frac{6\pi m}{qB_0}$ 时间内什么时刻释放的粒子在电场存在期间被捕获。（16 分）

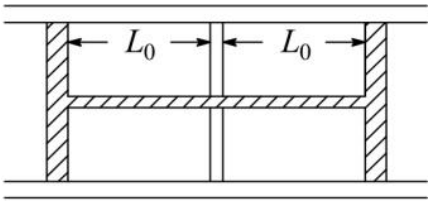
（二）选考题：共 12 分。请考生从第 15、16 题中任选一题作答。

15. 如图，绝热密闭容器中装有一定质量的某种理想气体和一个充有同种气体的气球。容器内温度处处相同，气球内部压强大于外部压强。



气球慢慢漏气后，容器中气球外部气体的压强将_____（填“增大”“减小”或“不变”）；温度将_____（填“升高”“降低”或“不变”）。

水平放置的气体阻尼器模型截面如图所示，

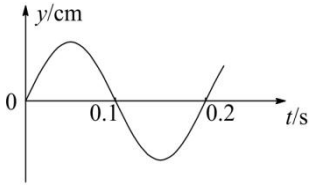


汽缸中间有一固定隔板，将汽缸内一定质量的某种理想气体分成两部分，“H”型连杆活塞的刚性连杆从隔板中央圆孔穿过，连杆与隔板之间密封良好。设汽缸内、外压强均为大气压强 p_0，活塞面积为 S，隔板两侧气体体积均为 SL_0，各接触面光滑，连杆的截面积忽略不计。现将整个装置缓慢旋转至竖直方向，稳定后，上部气体的体积为原来的 $\frac{1}{2}$，设整个过程温度保持不变，重力加速度大小为 g，求：

（1）此时上、下部分气体的压强；

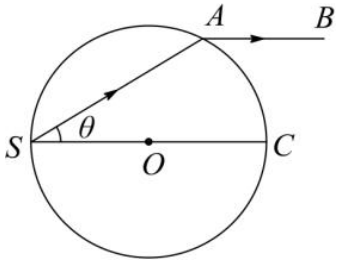
（2）“H”型连杆活塞的质量。 （12 分）

16. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，波速为 $10\ \mathrm{m/s}$。在传播方向上有 P、Q 两质点，坐标分别为 $x_P = 1\ \mathrm{m}$，$x_Q = 6\ \mathrm{m}$。波传播到 P 点开始计时，该点的振动图像如图所示，



则简谐波的波长为_____ m，经过_____ s，Q 点第一次到达正向最大位移处。

如图，一个半径为 R 的玻璃球，O 点为球心。球面内侧单色点光源 S 发出的一束光在 A 点射出，出射光线 AB 与球直径 SC 平行，$\theta = 30^\circ$。



光在真空中的传播速度为 c。求：

（1）玻璃的折射率；

（2）从 S 发出的光线经多次全反射回到 S 点的最短时间。 （12 分）