

2024 年普通高等学校招生全国统一考试(广东卷)

物 理

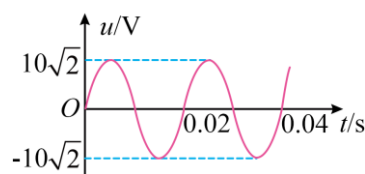
注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑;如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案书写在答题卡上,写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

本试卷满分 100 分,考试时间 75 分钟

一、单项选择题(本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题列出的四个选项中,只有一项符合题目要求)

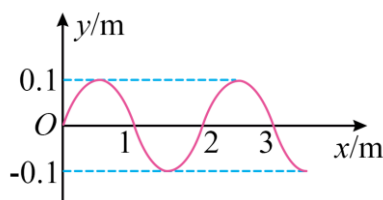
1. 将阻值为 50Ω 的电阻接在正弦式交流电源上。电阻两端电压随时间的变化规律如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该交流电的频率为 100Hz
 - B. 通过电阻电流的峰值为 0.2A
 - C. 电阻在 1 秒内消耗的电能为 1J
 - D. 电阻两端电压表达式为 $u = 10\sqrt{2} \sin(100\pi t)\text{V}$
2. 我国正在建设的大科学装置——“强流重离子加速器”。其科学目标之一是探寻神秘的“119 号”元素,科学家尝试使用核反应 $Y + {}_{95}^{243}\text{Am} \rightarrow {}_{119}^A\text{X} + 2{}_0^1\text{n}$ 产生该元素。关于原子核 Y 和质量数 A,下列选项正确的是 ()

- | | |
|---|---|
| A. Y 为 ${}_{26}^{58}\text{Fe}, A = 299$ | B. Y 为 ${}_{26}^{58}\text{Fe}, A = 301$ |
| C. Y 为 ${}_{24}^{54}\text{Cr}, A = 295$ | D. Y 为 ${}_{24}^{54}\text{Cr}, A = 297$ |

3. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播。波速为 1m/s , $t = 0$ 时的波形如图所示。 $t = 1\text{s}$ 时, $x = 1.5\text{m}$ 处的质点相对平衡位置的位移为 ()



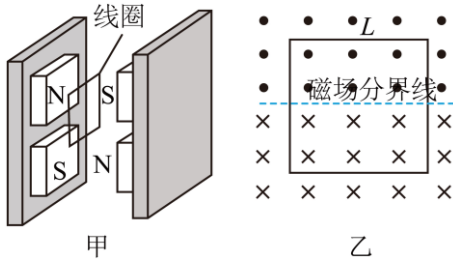
A. 0

B. 0.1m

C. -0.1m

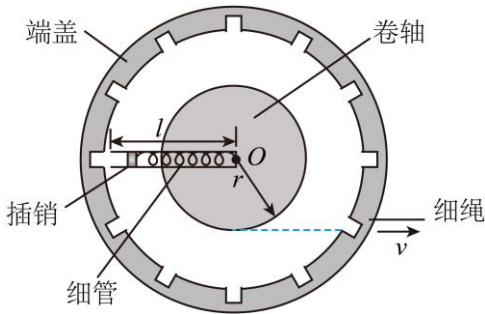
D. 0.2m

4. 电磁俘能器可在汽车发动机振动时利用电磁感应发电实现能量回收，结构如图甲所示。两对永磁铁可随发动机一起上下振动，每对永磁铁间有水平方向的匀强磁场，磁感应强度大小均为 B 。磁场中，边长为 L 的正方形线圈竖直固定在减震装置上。某时刻磁场分布与线圈位置如图乙所示，永磁铁振动时磁场分界线不会离开线圈。关于图乙中的线圈。下列说法正确的是（ ）



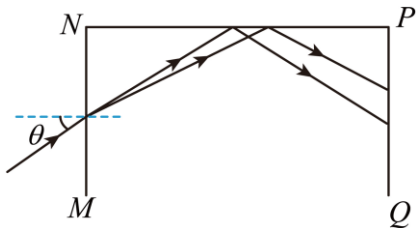
- A. 穿过线圈的磁通量为 BL^2
- B. 永磁铁相对线圈上升越高，线圈中感应电动势越大
- C. 永磁铁相对线圈上升越快，线圈中感应电动势越小
- D. 永磁铁相对线圈下降时，线圈中感应电流的方向为顺时针方向

5. 如图所示，在细绳 拉动下，半径为 r 的卷轴可绕其固定的中心点 O 在水平面内转动。卷轴上沿半径方向固定着长度为 l 的细管，管底在 O 点。细管内有一根原长为 $\frac{l}{2}$ 、劲度系数为 k 的轻质弹簧，弹簧底端固定在管底，顶端连接质量为 m 、可视为质点的插销。当以速度 v 匀速拉动细绳时，插销做匀速圆周运动。若 v 过大，插销会卡进固定的端盖。使卷轴转动停止。忽略摩擦力，弹簧在弹性限度内。要使卷轴转动不停止， v 的最大值为（ ）



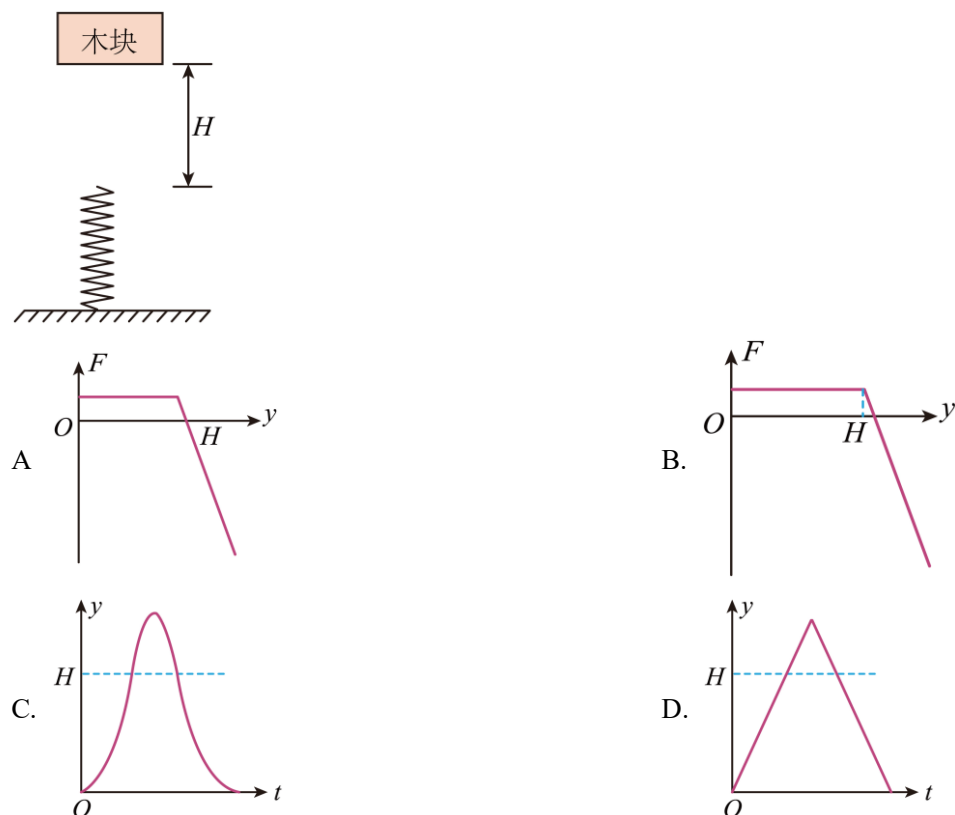
- A. $r\sqrt{\frac{k}{2m}}$
- B. $l\sqrt{\frac{k}{2m}}$
- C. $r\sqrt{\frac{2k}{m}}$
- D. $l\sqrt{\frac{2k}{m}}$

6. 如图所示，红绿两束单色光，同时从空气中沿同一路径以 θ 角从 MN 面射入某长方体透明均匀介质。折射光束在 NP 面发生全反射。反射光射向 PQ 面。若 θ 逐渐增大。两束光在 NP 面上的全反射现象会先后消失。已知在该介质中红光的折射率小于绿光的折射率。下列说法正确的是（ ）



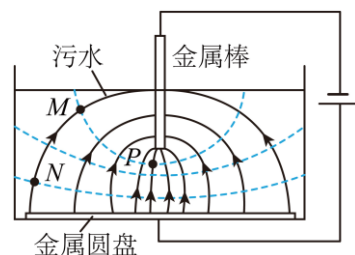
- A. 在 PQ 面上, 红光比绿光更靠近 P 点
- B. θ 逐渐增大时, 红光 全反射现象先消失
- C. θ 逐渐增大时, 入射光可能在 MN 面发生全反射
- D. θ 逐渐减小时, 两束光在 MN 面折射的折射角逐渐增大

7. 如图所示, 轻质弹簧竖直放置, 下端固定。木块从弹簧正上方 H 高度处由静止释放。以木块释放点为原点, 取竖直向下为正方向。木块的位移为 y 。所受合外力为 F , 运动时间为 t 。忽略空气阻力, 弹簧在弹性限度内。关于木块从释放到第一次回到原点的过程中。其 $F-y$ 图像或 $y-t$ 图像可能正确的是 ()



二、多项选择题 (本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分。在每小题列出的四个选项中, 有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

8. 污水中的污泥絮体经处理后带负电, 可利用电泳技术对其进行沉淀去污, 基本原理如图所示。涂有绝缘层的金属圆盘和金属棒分别接电源正、负极、金属圆盘置于底部、金属棒插入污水中, 形成如图所示的电场分布, 其中实线为电场线, 虚线为等势面。 M 点和 N 点在同一电场线上, M 点和 P 点在同一等势面上。下列说法正确的有 ()

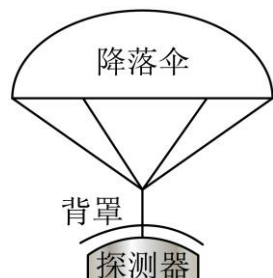


- A. M 点的电势比 N 点的低
- B. N 点的电场强度比 P 点的大

C. 污泥絮体从 M 点移到 N 点，电场力对其做正功

D. 污泥絮体在 N 点的电势能比其在 P 点的大

9. 如图所示，探测器及其保护背罩通过弹性轻绳连接降落伞。在接近某行星表面时以 60m/s 的速度竖直匀速下落。此时启动“背罩分离”，探测器与背罩断开连接，背罩与降落伞保持连接。已知探测器质量为 1000kg ，背罩质量为 50kg ，该行星的质量和半径分别为地球的 $\frac{1}{10}$ 和 $\frac{1}{2}$ 。地球表面重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。忽略大气对探测器和背罩的阻力。下列说法正确的有（ ）



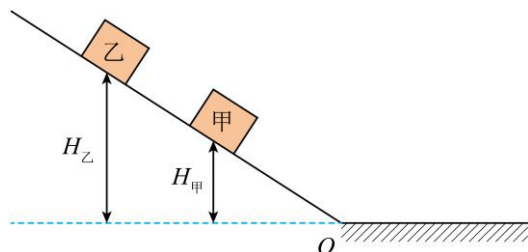
A. 该行星表面的重力加速度大小为 4m/s^2

B. 该行星的第一宇宙速度为 7.9km/s

C. “背罩分离”后瞬间，背罩的加速度大小为 80m/s^2

D. “背罩分离”后瞬间，探测器所受重力对其做功的功率为 30kW

10. 如图所示，光滑斜坡上，可视为质点的甲、乙两个相同滑块，分别从 $H_{\text{甲}}$ 、 $H_{\text{乙}}$ 高度同时由静止开始下滑。斜坡与水平面在 O 处平滑相接，滑块与水平面间的动摩擦因数为 μ ，乙在水平面上追上甲时发生弹性碰撞。忽略空气阻力。下列说法正确的有（ ）



A. 甲 斜坡上运动时与乙相对静止

B. 碰撞后瞬间甲的速度等于碰撞前瞬间乙的速度

C. 乙的运动时间与 $H_{\text{乙}}$ 无关

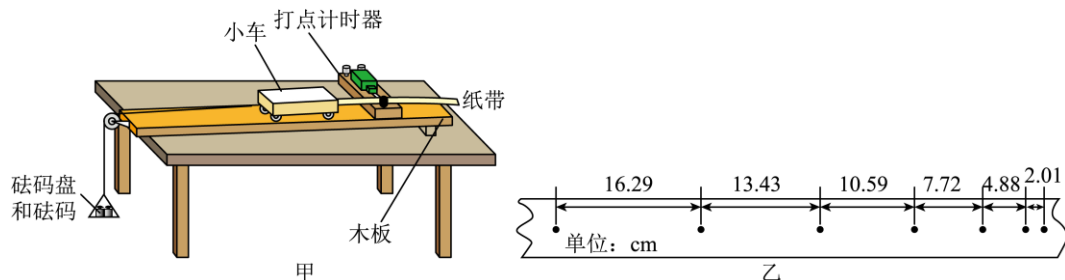
D. 甲最终停止位置与 O 处相距 $\frac{H_{\text{乙}}}{\mu}$

三、非选择题（本题共 5 小题，共 54 分。考生根据要求作答）

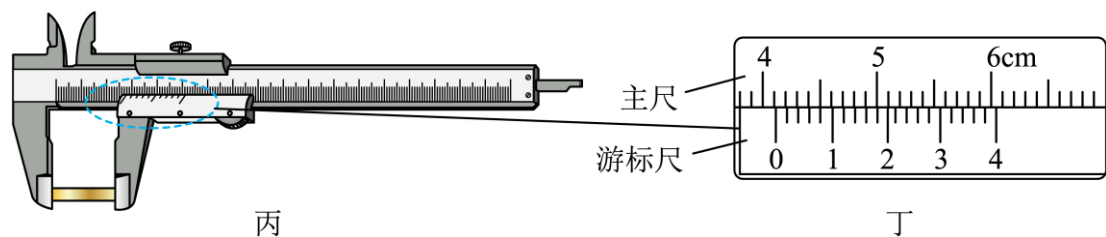
11. 下列是《普通高中物理课程标准》中列出的三个必做实验的部分步骤，请完成实验操作和计算。

（1）图甲是“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验装置示意图。图中木板右端垫高的目的是_____。图乙是实验得到纸带的一部分，每相邻两计数点间有四个点未画出。相邻计数点的间距已在图中给出。

打点计时器电源频率为 50Hz ，则小车的加速度大小为_____ m/s^2 （结果保留 3 位有效数字）。



(2) 在“长度的测量及其测量工具的选用”实验中，某同学用 50 分度的游标卡尺测量一例柱体的长度，示数如图丙所示，图丁为局部放大图，读数为_____cm。

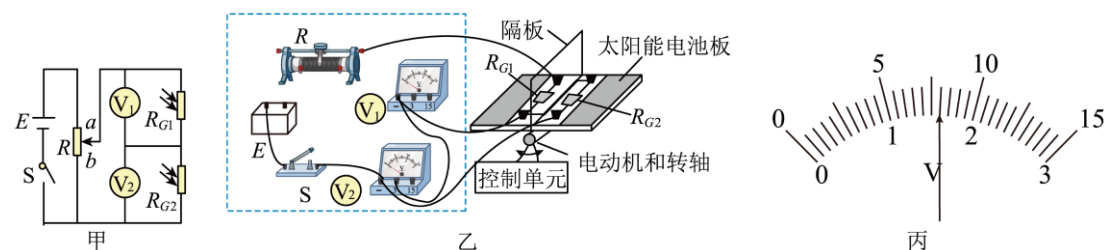


(3) 在“用双缝干涉实验测量光的波长”实验调节过程中，在光具座上安装光源、遮光筒和光屏。遮光筒不可调节。打开并调节_____。使光束沿遮光筒的轴线把光屏照亮。取下光屏，装上单缝、双缝和测量头。调节测量头，并缓慢调节单缝的角度直到目镜中观察到_____。

12. 某科技小组模仿太阳能发电中的太阳光自动跟踪系统，制作光源跟踪演示装置，实现太阳能电池板方向的调整，使电池板正对光源。图甲是光照方向检测电路。所用器材有：电源 E （电动势 3V）、电压表（ V_1 ）和

（ V_2 ）（量程均有 3V 和 15V，内阻均可视为无穷大）；滑动变阻器 R ；两个相同的光敏电阻 R_{G1} 和 R_{G2} ；开关

S ；手电筒；导线若干。图乙是实物图。图中电池板上垂直安装有半透明隔板，隔板两侧装有光敏电阻，电池板固定在电动机转轴上。控制单元与检测电路的连接未画出。控制单元对光照方向检测电路无影响。请完成下列实验操作和判断。



(1) 电路连接。

图乙中已正确连接了部分电路，请完成虚线框中滑动变阻器 R 、电源 E 、开关 S 和电压表（ V ）间的实物图连线_____。

(2) 光敏电阻阻值与光照强度关系测试。

①将图甲中 R 的滑片置于_____端。用手电筒的光斜照射到 R_{G1} 和 R_{G2} ，使 R_{G1} 表面的光照强度比 R_{G2} 表面的小。

②闭合 S ，将 R 的滑片缓慢滑到某一位置。（ V ）的示数如图丙所示，读数 U_1 为_____V， U_2 的示数为 1.17V。

由此可知，表面光照强度较小的光敏电阻的阻值_____（填“较大”或“较小”）。

③断开 S

(3) 光源跟踪测试。

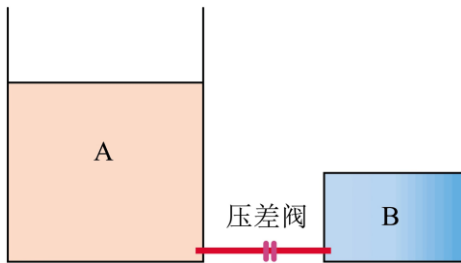
①将手电筒的光从电池板上方斜照射到 R_{G1} 和 R_{G2} 。②闭合 S。并启动控制单元。控制单元检测并比较两光敏电阻的电压，控制电动机转动。此时两电压表的示数 $U_1 < U_2$ ，图乙中的电动机带动电池板_____（填“逆时针”或“顺时针”）转动，直至_____时停止转动，电池板正对手电筒发出的光

13. 差压阀可控制气体进行单向流动，广泛应用于减震系统。如图所示，A、B 两个导热良好的气缸通过差压阀连接，A 内轻质活塞的上方与大气连通，B 内气体体积不变。当 A 内气体压强减去 B 内气体压强大于 Δp 时差压阀打开，A 内气体缓慢进入 B 中；当该差值小于或等于 Δp 时差压阀关闭。当环境温度 $T_1 = 300\text{K}$ 时，A 内气体体积 $V_{A1} = 4.0 \times 10^2 \text{m}^3$ ，B 内气体压强 p_{B1} 等于大气压强 p_0 ，已知活塞的横截面积 $S = 0.10 \text{m}^2$ ， $\Delta p = 0.11 p_0$ ， $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，重力加速度大小取 $g = 10 \text{m/s}^2$ ，A、B 内的气体可视为理想气体，忽略活塞与气缸间的摩擦、差压阀与连接管内的气体体积不计。当环境温度降到 $T_2 = 270\text{K}$ 时：

(1) 求 B 内气体压强 p_{B2} ；

(2) 求 A 内气体体积 V_{A2} ；

(3) 在活塞上缓慢倒入铁砂，若 B 内气体压强回到 p_0 并保持不变，求已倒入铁砂的质量 m 。



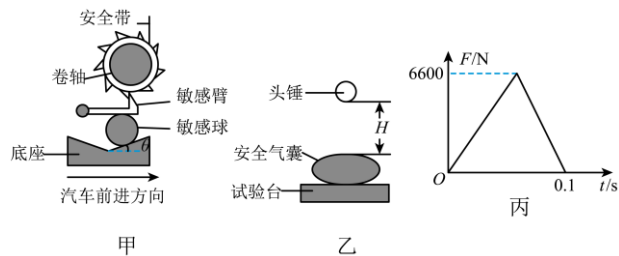
14. 汽车的安全带和安全气囊是有效保护乘客的装置。

(1) 安全带能通过感应车的加速度自动锁定，其原理的简化模型如图甲所示。在水平路面上刹车的过程中，敏感球由于惯性沿底座斜面上滑直到与车达到共同的加速度 a ，同时顶起敏感臂，使之处于水平状态，并卡住卷轴外齿轮，锁定安全带。此时敏感臂对敏感球的压力大小为 F_N ，敏感球的质量为 m ，重力加速度为 g 。忽略敏感球受到的摩擦力。求斜面倾角的正切值 $\tan \theta$ 。

(2) 如图乙所示，在安全气囊的性能测试中，可视为质点的头锤从离气囊表面高度为 H 处做自由落体运动。与正下方的气囊发生碰撞。以头锤到气囊表面为计时起点，气囊对头锤竖直方向作用力 F 随时间 t 的变化规律，可近似用图丙所示的图像描述。已知头锤质量 $M = 30\text{kg}$ ， $H = 3.2\text{m}$ ，重力加速度大小取 $g = 10 \text{m/s}^2$ 。求：

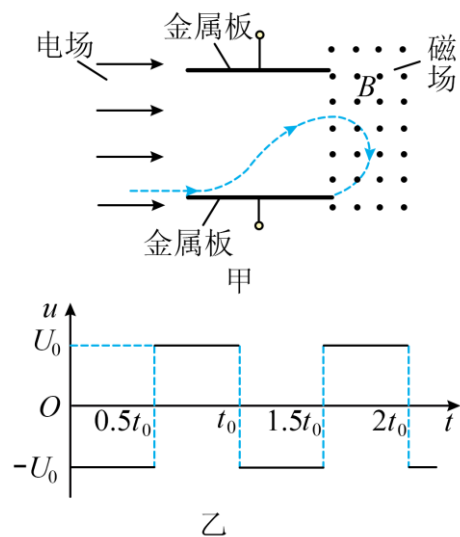
①碰撞过程中 F 的冲量大小和方向；

②碰撞结束后头锤上升的最大高度。



15. 如图甲所示。两块平行正对的金属板水平放置，板间加上如图乙所示幅值为 U_0 、周期为 t_0 的交变电压。金属板左侧存在一水平向右的恒定匀强电场，右侧分布着垂直纸面向外的匀强磁场。磁感应强度大小为 B 。一带电粒子在 $t = 0$ 时刻从左侧电场某处由静止释放，在 $t = t_0$ 时刻从下板左端边缘位置水平向右进入金属板间的电场内，在 $t = 2t_0$ 时刻第一次离开金属板间的电场、水平向右进入磁场，并在 $t = 3t_0$ 时刻从下板右端边缘位置再次水平进入金属板间的电场。已知金属板的板长是板间距离的 $\frac{\pi}{3}$ 倍，粒子质量为 m 。忽略粒子所受的重力和场的边缘效应。

- (1) 判断带电粒子的电性并求其所带的电荷量 q ；
- (2) 求金属板的板间距离 D 和带电粒子在 $t = t_0$ 时刻的速度大小 v ；
- (3) 求从 $t = 0$ 时刻开始到带电粒子最终碰到上金属板的过程中，电场力对粒子做的功 W 。



参考答案

1. 【答案】D

【详解】A. 由图可知交流电的周期为 0.02s, 则频率为

$$f = \frac{1}{T} = 50\text{Hz}$$

故 A 错误;

B. 根据图像可知电压的峰值为 $10\sqrt{2}\text{V}$, 根据欧姆定律可知电流的峰值

$$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{10\sqrt{2}\text{V}}{50\Omega} = 0.2\sqrt{2}\text{A}$$

故 B 错误;

C. 电流的有效值为

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.2\text{A}$$

所以电阻在 1s 内消耗的电能为

$$W = I^2 R t = 0.2^2 \times 50 \times 1\text{J} = 2\text{J}$$

故 C 错误;

D. 根据图像可知其电压表达式为

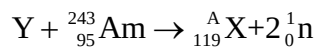
$$u = U_m \sin \omega t = 10\sqrt{2} \sin \frac{2\pi}{T} t (\text{V}) = 10\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$$

故 D 正确。

故选 D。

2. 【答案】C

【详解】根据核反应方程



根据质子数守恒设 Y 的质子数为 y, 则有

$$y + 95 = 119 + 0$$

可得

$$y = 24$$

即 Y 为 ${}_{24}^{54}\text{Cr}$; 根据质量数守恒, 则有

$$54 + 243 = A + 2$$

可得

$$A = 295$$

故选 C。

3. 【答案】B

【详解】由图可知简谐波的波长为 $\lambda = 2\text{m}$ ，所以周期为

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2\text{m}}{1\text{m/s}} = 2\text{s}$$

当 $t=1\text{s}$ 时， $x=1.5\text{m}$ 处的质点运动半个周期到达波峰处，故相对平衡位置的位移为 0.1m 。

故选 B。

4. 【答案】D

【详解】A. 根据图乙可知此时穿过线圈的磁通量为 0，故 A 错误；

BC. 根据法拉第电磁感应定律可知永磁铁相对线圈上升越快，磁通量变化越快，线圈中感应电动势越大，故 BC 错误；

D. 永磁铁相对线圈下降时，根据安培定则可知线圈中感应电流的方向为顺时针方向，故 D 正确。

故选 D。

5. 【答案】A

【详解】有题意可知当插销刚卡紧固定端盖时弹簧的伸长量为 $\Delta x = \frac{l}{2}$ ，根据胡克定律有

$$F = k\Delta x = \frac{kl}{2}$$

插销与卷轴同轴转动，角速度相同，对插销有弹力提供向心力

$$F = ml\omega^2$$

对卷轴有

$$v = r\omega$$

联立解得

$$v = r\sqrt{\frac{k}{2m}}$$

故选 A。

6. 【答案】B

【详解】A. 红光的频率比绿光的频率小，则红光的折射率小于绿光的折射率，在 MN 面，入射角相同，根据折射定律

$$n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$$

可知绿光在 MN 面的折射角较小，根据几何关系可知绿光比红光更靠近 P 点，故 A 错误；

B. 根据全反射发生条件 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知红光发生全反射的临界角较大， θ 逐渐增大时，折射光线与 NP 面的交点左移过程中，在 NP 面的入射角先小于红光发生全反射的临界角，所以红光的全反射现象先消失，故 B 正确；

C. 在 MN 面，光是从光疏介质到光密介质，无论 θ 多大，在 MN 面都不可能发生全反射，故 C 错误；

D. 根据折射定律 $n = \frac{\sin \theta}{\sin \alpha}$ 可知 θ 逐渐减小时, 两束光在 MN 面折射的折射角逐渐减小, 故 D 错误。

故选 B

7. 【答案】B

【详解】AB. 在木块下落 H 高度之前, 木块所受合外力为木块的重力保持不变, 即

$$F = mg$$

当木块接触弹簧后, 弹簧弹力向上, 则木块的合力

$$F = mg - k(y - H)$$

到合力为零前, 随着 y 增大 F 减小; 当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点, 之后, 木块开始反弹, 过程中木块所受合外力向上, 随着 y 减小 F 增大, 反弹过程, 随着 y 减小, 图像向 x 轴负方向原路返回, 故 A 错误、B 正确;

CD. 在木块下落 H 高度之前, 木块做自由落体运动, 根据

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

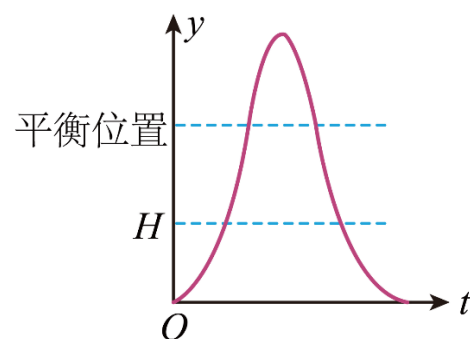
速度逐渐增大, $y-t$ 图像斜率逐渐增大, 当木块接触弹簧后到合力为零前, 根据牛顿第二定律

$$mg - k(y - H) = F = ma$$

木块的速度继续增大, 做加速度减小的加速运动, 所以 $y-t$ 图像斜率继续增大, 当弹簧弹力大于木块的重力后到最低点过程中

$$F = k(y - H) - mg$$

木块所受合外力向上, 木块做加速度增大的减速运动, 所以 $y-t$ 图斜率减小, 到达最低点后, 木块向上运动, 经以上分析可知, 木块先做加速度减小的加速运动, 再做加速度增大的减速运动, 再做匀减速直线运动到最高点, 而 C 图中 H 点过后速度就开始逐渐减小, 实际速度还应该增大, 直到平衡位置速度到达最大, 然后速度逐渐减为零; D 图前半段速度不变, 不符合题意, 正确 $y-t$ 示意图如下



故 CD 错误。

故选 B。

8. 【答案】AC

【详解】AC. 根据沿着电场线方向电势降低可知 M 点的电势比 N 点的低，污泥絮体带负电，根据 $E_p = q\varphi$ 可知污泥絮体在 M 点的电势能比在 N 点的电势能大，污泥絮体从 M 点移到 N 点，电势能减小，电场力对其做正功，故 AC 正确；

B. 根据电场线的疏密程度可知 N 点的电场强度比 P 点的小，故 B 错误；

D. M 点和 P 点在同一等势面上，则污泥絮体在 M 点的电势能与在 P 点的电势能相等，结合 AC 选项分析可知污泥絮体在 P 点的电势能比其在 N 点的大，故 D 错误。

故选 AC。

9. 【答案】AC

【详解】A. 在星球表面，根据

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

可得

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

行星的质量和半径分别为地球的 $\frac{1}{10}$ 和 $\frac{1}{2}$ 。地球表面重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ ，可得该行星表面的重力加速度大小

$$g' = 4\text{m/s}^2$$

故 A 正确；

B. 在星球表面上空，根据万有引力提供向心力

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

可得星球的第一宇宙速度

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

行星的质量和半径分别为地球的 $\frac{1}{10}$ 和 $\frac{1}{2}$ ，可得该行星的第一宇宙速度

$$v_{\text{行}} = \frac{\sqrt{5}}{5} v_{\text{地}}$$

地球的第一宇宙速度为 7.9km/s ，所以该行星的第一宇宙速度

$$v_{\text{行}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \times 7.9\text{km/s}$$

故 B 错误；

C. “背罩分离”前，探测器及其保护背罩和降落伞整体做匀速直线运动，对探测器受力分析，可知探测器与保护背罩之间的作用力

$$F = mg' = 4000\text{N}$$

“背罩分离”后，背罩所受的合力大小为 4000N，对背罩，根据牛顿第二定律

$$F = m'a$$

解得

$$a = 80\text{m/s}^2$$

故 C 正确；

D. “背罩分离”后瞬间探测器所受重力对其做功的功率

$$P = mg'v = 1000 \times 4 \times 60\text{W} = 240\text{kW}$$

故 D 错误。

故选 AC。

10. 【答案】ABD

【详解】A. 两滑块在光滑斜坡上加速度相同，同时由静止开始下滑，则相对速度为 0，故 A 正确；

B. 两滑块滑到水平面后均做匀减速运动，由于两滑块质量相同，且发生弹性碰撞，可知碰后两滑块交换速度，即碰撞后瞬间甲的速度等于碰撞前瞬间乙的速度，故 B 正确；

C. 设斜面倾角为 θ ，乙下滑过程有

$$H_{\text{乙}} = \frac{1}{2} g \sin \theta t_1^2$$

在水平面运动一段时间 t_2 后与甲相碰，碰后以甲碰前速度做匀减速运动 t_3 ，乙运动的时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

由于 t_1 与 $H_{\text{乙}}$ 有关，则总时间与 $H_{\text{乙}}$ 有关，故 C 错误；

D. 乙下滑过程有

$$mgH_{\text{乙}} = \frac{1}{2} mv_{\text{乙}}^2$$

由于甲和乙发生弹性碰撞，交换速度，则可知甲最终停止位置与不发生碰撞时乙最终停止的位置相同；则如果不发生碰撞，乙在水平面运动到停止有

$$v_{\text{乙}}^2 = 2\mu gx$$

联立可得

$$x = \frac{H_{\text{乙}}}{\mu}$$

即发生碰撞后甲最终停止位置与 O 处相距 $\frac{H_{\text{乙}}}{\mu}$ 。故 D 正确。

故选 ABD。

11. 【答案】(1) ①. 平衡摩擦力 ②. 2.86

(2) 4.108 (3) ①. 光源 ②. 干涉条纹

【解析】

【小问 1 详解】

[1]木板右端抬高的目的是平衡摩擦力；

[2]小车的加速度大小

$$a = \frac{(16.29 + 13.43 + 10.59 - 7.72 - 4.88 - 2.01) \times 10^{-2}}{9 \times 0.1^2} \text{m/s}^2 = 2.86 \text{m/s}^2$$

【小问 2 详解】

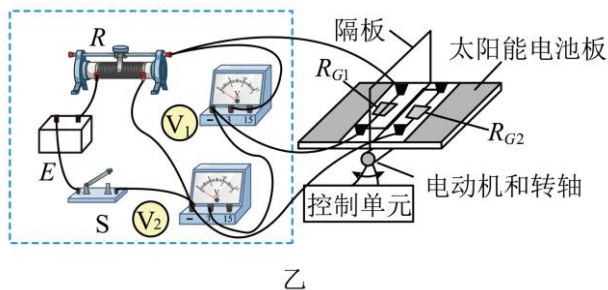
游标卡尺读数为

$$4.1 \text{cm} + 4 \times 0.02 \text{mm} = 4.108 \text{cm}$$

小问 3 详解】

[1][2]在“用双缝干涉实验测量光的波长”实验调节过程中，在光具座上安装光源、遮光筒和光屏，遮光筒不可调节，打开并调节光源，使光束沿遮光筒的轴线把光屏照亮，取下光屏，装上、双缝和测量头，调节测量头，并缓慢调节单缝的角度直到目镜中观察到干涉条纹。

12. 【答案】(1)



(2) ①. b ②. 1.60 ③.

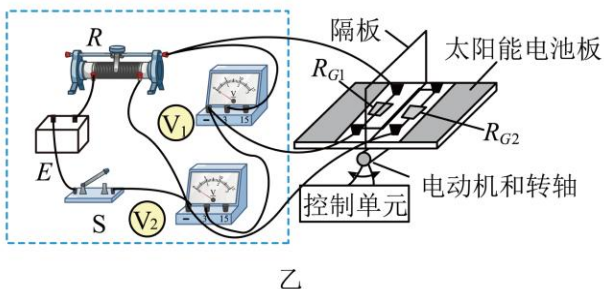
较大

(3) ①. 逆时针 ②. $U_1 = U_2$

【解析】

【小问 1 详解】

电路连线如图



【小问 2 详解】

①[1]为了保证电路的安全，实验开始前要将 R 的滑片置于阻值最大处，即置于 b 端。

②[2][3]电压表 U_1 量程为 3V，最小刻度为 0.1V，则读数为 1.60V；电压表 U_1 比电压表 U_2 的示数大，说明 $R_{G1} > R_{G2}$ ，由此可知表面光照强度较小的光敏电阻的阻值较大。

【小问 3 详解】

[1][2]电压表的示数 $U_1 < U_2$ ，说明 R_{G1} 表面的光照强度比 R_{G2} 表面的大，因此电动机带动电池板逆时针转动，直至 $U_1 = U_2$ ，时停止转动，电池板正对手电筒发出的光。

13. 【答案】(1) $9 \times 10^4 \text{ Pa}$ ；(2) $3.6 \times 10^2 \text{ m}^3$ ；(3) $1.1 \times 10^2 \text{ kg}$

【解析】

【详解】(1、2) 假设温度降低到 T_2 时，差压阀没有打开，A、B 两个气缸导热良好，B 内气体做等容变化，初态

$$p_{B1} = p_0, \quad T_1 = 300 \text{ K}$$

末态

$$T_2 = 270 \text{ K}$$

根据

$$\frac{p_{B1}}{T_1} = \frac{p_{B2}}{T_2}$$

代入数据可得

$$p_{B2} = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

A 内气体做等压变化，压强保持不变，初态

$$V_{A1} = 4.0 \times 10^2 \text{ m}^3, \quad T_1 = 300 \text{ K}$$

末态

$$T_2 = 270 \text{ K}$$

根据

$$\frac{V_{A1}}{T_1} = \frac{V_{A2}}{T_2}$$

代入数据可得

$$V_{A2} = 3.6 \times 10^2 \text{ m}^3$$

由于

$$p_0 - p_{B2} < \Delta p$$

假设成立，即

$$p_{B2} = 9 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(3) 恰好稳定时，A 内气体压强为

$$p'_A = p_0 + \frac{mg}{S}$$

B 内气体压强

$$p'_B = p_0$$

此时差压阀恰好关闭，所以有

$$p'_A - p'_B = \Delta p$$

代入数据联立解得

$$m = 1.1 \times 10^2 \text{ kg}$$

14. 【答案】(1) $\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$; (2) ①330N·s，方向竖直向上；②0.2m

【解析】

【详解】(1) 敏感球受向下的重力 mg 和敏感臂向下的压力 F_N 以及斜面的支持力 N ，则由牛顿第二定律可知

$$(mg + F_N) \tan \theta = ma$$

解得

$$\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$$

(2) ①由图像可知碰撞过程中 F 冲量大小

$$I_F = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 6600 \text{ N} \cdot \text{s} = 330 \text{ N} \cdot \text{s}$$

方向竖直向上；

②头锤落到气囊上时的速度

$$v_0 = \sqrt{2gH} = 8 \text{ m/s}$$

与气囊作用过程由动量定理（向上为正方向）

$$I_F - Mgt = Mv - (-Mv_0)$$

解得

$$v = 2 \text{ m/s}$$

则上升的最大高度

$$h = \frac{v^2}{2g} = 0.2 \text{ m}$$

15. 【答案】(1) 正电； $q = \frac{\pi m}{Bt_0}$ ；(2) $D = \sqrt{\frac{3\pi t_0 U_0}{8B}}$ ； $v = \pi \sqrt{\frac{\pi U_0}{24Bt_0}}$ ；(3) $W = \frac{\pi m U_0 (\pi^2 + 16)}{48Bt_0}$

【解析】

【详解】(1) 根据带电粒子在右侧磁场中的运动轨迹结合左手定则可知，粒子带正电；粒子在磁场中运动的周期为

$$T = 2t_0$$

根据

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

则粒子所带的电荷量

$$q = \frac{\pi m}{Bt_0}$$

(2) 若金属板的板间距离为 D ，则板长 $\frac{\pi D}{3}$ 粒子在板间运动时

$$\frac{\pi D}{3} = vt_0$$

出电场时竖直速度为零，则竖直方向

$$y = 2 \times \frac{1}{2} \frac{U_0 q}{Dm} (0.5t_0)^2$$

在磁场中时

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

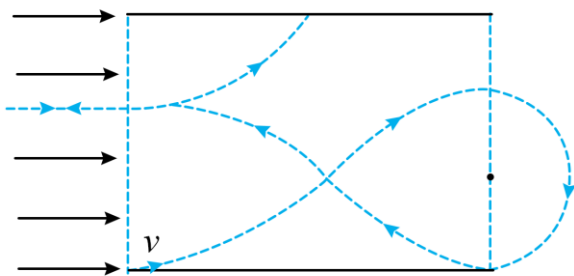
其中的

$$y = 2r = \frac{2mv}{qB}$$

联立解得

$$v = \pi \sqrt{\frac{\pi U_0}{24Bt_0}}$$

$$D = \sqrt{\frac{3\pi t_0 U_0}{8B}}$$



(3) 带电粒子在电场和磁场中的运动轨迹如图，由 (2) 的计算可知金属板的板间距离

$$D = 3r$$

则粒子在 $3t_0$ 时刻再次进入中间的偏转电场，在 $4t_0$ 时刻进入左侧的电场做减速运动速度为零后反向加速，在 $6t_0$ 时刻再次进入中间的偏转电场， $6.5t_0$ 时刻碰到上极板，因粒子在偏转电场中运动时，在时间 t_0 内电场力做功为零，在左侧电场中运动时，往返一次电场力做功也为零，可知整个过程中只有开始进入左侧电场时电场力做功和最后 $0.5t_0$ 时间内电场力做功，则

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + Eq \times \frac{D}{3} = \frac{\pi^3 m U_0}{48 B t_0} + \frac{\pi m U_0}{3 B t_0} = \frac{\pi m U_0 (\pi^2 + 16)}{48 B t_0}$$