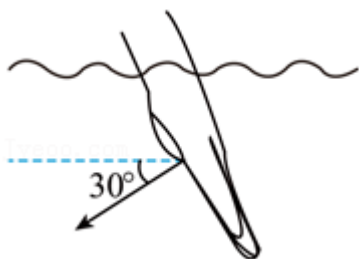


# 2021年重庆市新高考物理试卷

参考答案与试题解析

## 一、单选题

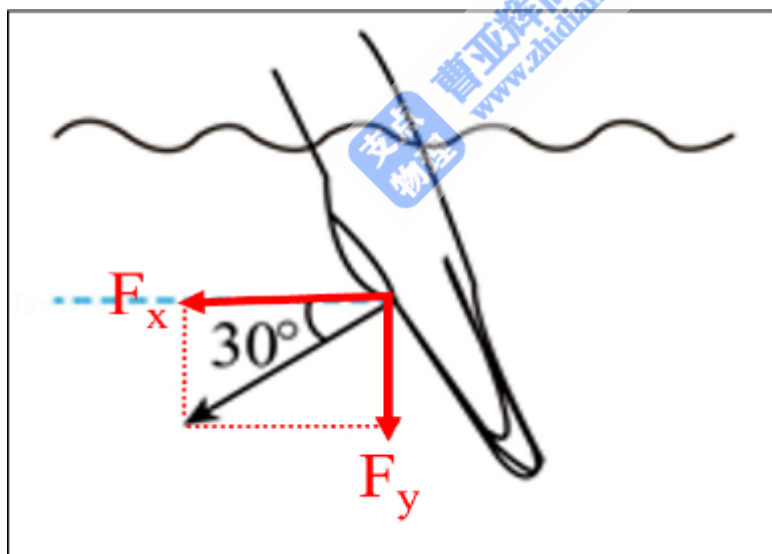
1. (3分) 如图所示，人游泳时若某时刻手掌对水的作用力大小为  $F$ ，该力与水平方向的夹角为  $30^\circ$ ，则该力在水平方向的分力大小为 ( )



- A.  $2F$                       B.  $\sqrt{3}F$                       C.  $F$                       D.  $\frac{\sqrt{3}}{2}F$

**【分析】**以  $F$  为对角线，分别沿水平和竖直方向为邻边做平行四边形，求水平分力。

**【解答】**解：根据平行四边形定则，可知沿水平方向和竖直方向将手掌对水的作用力分解，如图所示：



则该力在水平方向的分力大小为：

$$F_x = F \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}F, \text{ 故 ABC 错误, D 正确.}$$

故选：D。

**【点评】**合力与分力共同作用效果相同，是等效替代的关系，满足平行四边形定则。

2. (3分) 放射性元素  $^{123}\text{I}$  会衰变为稳定的  $^{123}\text{Te}$ ，半衰期约为 13h，可以用于检测人体的甲状腺对碘的吸收。若某时刻  $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  的原子数量之比为 4: 1，则通过 26h 后  $^{123}\text{I}$  与

$^{123}\text{Te}$  的质量之比 ( )

- A. 1: 2                      B. 1: 4                      C. 1: 8                      D. 1: 16

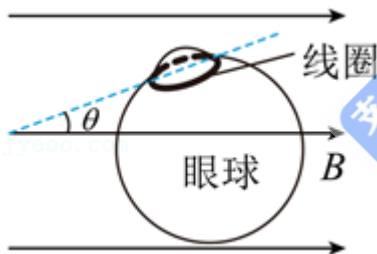
【分析】根据半衰期与剩余质量的关系即可判断。

【解答】解：根据题述， $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  原子数量之比为 4: 1，则通过 26h (两个半衰期) 后，4 份  $^{123}\text{I}$  衰变剩余 1 份，生成了 3 份  $^{123}\text{Te}$  原子，此时剩余  $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  原子数量之比为 1: 4，因为  $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  原子质量相同，所以通过 26h (两个半衰期) 后， $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  原子的质量之比为 1: 4，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】该题考查半衰期的由于，注意  $^{123}\text{I}$  与  $^{123}\text{Te}$  原子的质量相同是解答的关键。

3. (3 分) 某眼动仪可以根据其微型线圈在磁场中随眼球运动时所产生的电流来追踪眼球的运动。若该眼动仪线圈面积为  $S$ ，匝数为  $N$ ，处于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，线圈平面最初平行于磁场，经过时间  $t$  后线圈平面逆时针转动至与磁场夹角为  $\theta$  处，则在这段时间内，线圈中产生的平均感应电动势的大小和感应电流的方向 (从左往右看) 为 ( )



- A.  $\frac{NBS\sin\theta}{t}$ ，逆时针                      B.  $\frac{NBS\cos\theta}{t}$ ，逆时针  
C.  $\frac{NBS\sin\theta}{t}$ ，顺时针                      D.  $\frac{NBS\cos\theta}{t}$ ，顺时针

【分析】根据  $\Phi=BS\sin\theta$  判断穿过线圈的磁通量，然后求出磁通量的变化量，再根据法拉第电磁感应定律求出平均电动势的大小，根据楞次定律判断感应电流的方向。

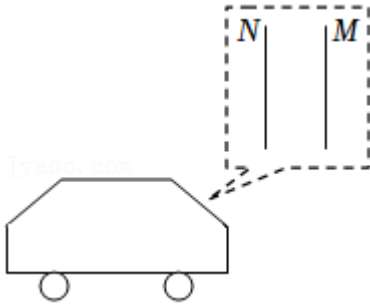
【解答】解：开始时线圈与磁场方向平行，则穿过线圈的磁通量为零；经过时间  $t$ ，面积为  $S$  的线圈平面逆时针转动至与磁场夹角为  $\theta$  处，磁通量变化为： $\Delta\Phi=BS\sin\theta$ ；由法拉第电磁感应定律，线圈中产生的平均感应电动势的大小为： $E=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{NBS\sin\theta}{t}$ ；

由楞次定律可判断出感应电流方向为逆时针方向。故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

**【点评】** 该题考查楞次定律与法拉第电磁感应定律，正确求出磁通量的变化是解答的关键。

4. (3分) 电容式加速传感器常用于触发汽车安全气囊等系统，如图所示。极板 M、N 组成的电容器视为平行板电容器，M 固定，N 可左右运动，通过测量电容器板间的电压的变化来确定汽车的加速度。当汽车减速时，极板 M、N 间的距离减小，若极板上的电荷量不变，则该电容器 ( )



- A. 电容变小  
B. 极板间电压变大  
C. 极板间电场强度不变  
D. 极板间的电场强度变小

**【分析】** 根据电容的决定式结合  $d$  的变化得出电容的变化，结合公式  $Q=CU$  和  $U=Ed$  完成分析即可。

**【解答】** 解：A. 由平行板电容器电容的决定式  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可得， $d$  减小， $C$  增大，故 A 错误；  
B. 电容器所带电荷量  $Q$  不变， $C$  增大，由  $U = \frac{Q}{C}$  可得， $U$  变小，故 B 错误；

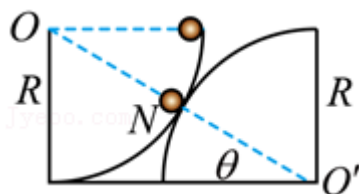
CD. 由匀强电场的场强与电势差关系公式可得

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{cd} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}, \quad E \text{ 与 } d \text{ 无关, } E \text{ 不变, 故 C 正确, D 错误.}$$

故选 C。

**【点评】** 本题考查电容器的动态分析，目的是考查学生的推理能力，难度不大。

5. (3分) 如图所示，竖直平面内有两个半径为  $R$ ，而内壁光滑的  $\frac{1}{4}$  圆弧轨道，固定在竖直平面内，地面水平， $O$ 、 $O_1$  为两圆弧的圆心，两圆弧相切于  $N$  点。一小物块从左侧圆弧最高处静止释放，当通过  $N$  点时，速度大小为 (重力加速度为  $g$ ) ( )



- A.  $\sqrt{2gR}$       B.  $\frac{\sqrt{6gR}}{2}$       C.  $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$       D.  $\sqrt{gR}$

**【分析】**先根据几何知识求解 NO 连线与水平方向的夹角，根据机械能守恒定律求解小球过 N 点的速度。

**【解答】**解：图中 NO 连线与水平方向的夹角  $\theta$ ，由几何关系可得  $\sin\theta = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$ ，可得  $\theta = 30^\circ$

设小物块通过 N 点时速度为  $v$ ，小物块从左侧圆弧最高点静止释放，

由机械能守恒定律可得  $mgR\sin\theta = \frac{1}{2}mv^2$  解得： $v = \sqrt{gR}$ ，故 D 正确，ABC 错误。

故选：D。

**【点评】**本题考查机械能守恒定律，需要结合数学知识结合机械能够守恒定律处理问题。

6. (3 分) 某电动牙刷的充电装置含有变压器，用正弦交流电给此电动牙刷充电时，原线圈两端的电压为 220V，副线圈两端的电压为 4.4V，副线圈的电流为 1.0A，若将该变压器视为理想变压器，则 ( )

- A. 原、副线圈匝数之比为 25: 1  
 B. 原线圈的电流为 0.02A  
 C. 副线圈两端的电压最大值为 5V  
 D. 原、副线圈的功率之比为 50: 1

**【分析】**根据理想变压器原副线圈电压、电流与匝数之比关系可以分析，再根据最大值与有效值之间关系以及输入功率等于输出功率即可解本题。

**【解答】**解：A. 由理想变压器的变压公式，可知原副线圈匝数之比为

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220}{4.4} = \frac{50}{1}, \text{ 故 A 错误;}$$

B. 由理想变压器的变流公式， $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{50}$  解得原线圈电流  $I_1 = \frac{1}{50} \times 1.0A = 0.02A$ ,

故 B 正确;

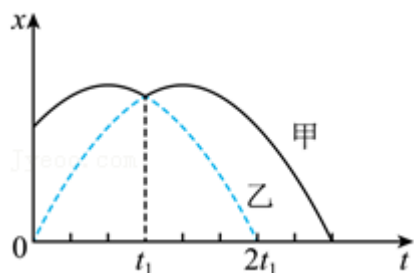
C. 根据有效值与最大值的关系可知，副线圈两端的电压最大值  $U_{2m} = \sqrt{2} \times U_2 = \sqrt{2} \times 4.4V = 6.16V$ ，故 C 错误;

D. 根据理想变压器输出功率等于输入功率可知，原副线圈的功率之比为 1: 1，故 D 错误。

故选：B。

**【点评】**该题考查理想变压器电压、电流与原副线圈匝数之比的关系，有效值与最大值之间关系，以及输入功率等于输出功率等知识点，属于基本题型。

7. (3分) 质量相同的甲、乙两小球（视为质点）以不同的初速度竖直上抛，某时刻两球发生正碰。图中实线和虚线分别表示甲、乙两球位置随时间变化的曲线，其中虚线关于  $t=t_1$  左右对称，实线两个顶点的纵坐标相同，若小球运动中除碰撞外仅受重力，则（ ）



- A.  $t=0$  时刻，甲的速率大于乙的速率
- B. 碰撞前后瞬间，乙的动量不变
- C. 碰撞前后瞬间，甲的动能不变
- D. 碰撞后甲的机械能大于乙的机械能

**【分析】**位移图像斜率表示速度，图线交点代表相遇，然后逐项解答。

**【解答】**解：A. 根据位移图像斜率表示速度可知， $t=0$  时刻，甲的速率小于乙的速率，故 A 错误；

BC. 根据甲乙两球位移图像可知，碰撞前后瞬间，两球交换速度，方向反向。根据题述，虚线（乙的位移图像）关于  $t=t_1$  左右对称，所以碰撞前后瞬间，乙的动量大小不变，方向变化，甲的动能不变，故 B 错误，C 正确；

D. 根据题述，实线两个顶点的纵坐标相同，可知碰撞后甲的机械能与乙的机械能相等，故 D 错误。

故选：C。

**【点评】**本题考查的是  $x-t$  图像，解题的关键是知道图线的斜率代表速度，图像的交点代表两物体相遇。

8. (3分) 图 1 和图 2 中曲线 I、II、III 分别描述了某物理量随分之间的距离变化的规律， $r_0$  为平衡位置。现有如下物理量：①分子势能，②分子间引力，③分子间斥力，④分子间引力和斥力的合力，则曲线 I、II、III 对应的物理量分别是（ ）

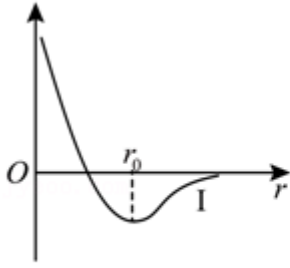


图 1

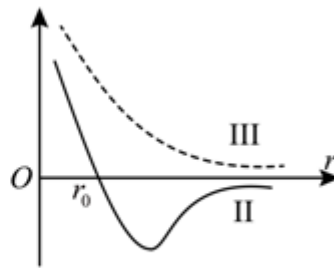


图 2

- A. ①③②      B. ②④③      C. ④①③      D. ①④③

**【分析】**根据分子力随分子间距离变化的图像和分子势能随分子间距离变化的图像分析可得。

**【解答】**解：根据分子处于平衡位置（即分子之间距离为  $r_0$ ）时分子势能最小可知，曲线 I 为分子势能随分子之间距离  $r$  变化的图像；

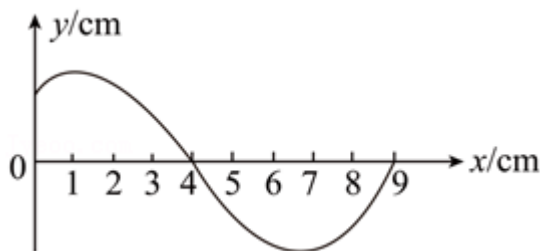
根据分子处于平衡位置（即分子之间距离为  $r_0$ ）时分子力为零，可知曲线 II 为分子力随分子之间距离  $r$  变化的图像；

根据分子之间斥力随分子之间距离的增大而减小，可知曲线 III 为分子斥力随分子之间距离  $r$  变化的图像。故 D 正确，ABC 错误；

故选 D。

**【点评】**本题主要考查了分子力随分子间距离变化的图像和分子势能随分子间距离变化的图像，熟知图像并且会分析其变化是解题的关键。

9. (3 分) 简谐横波沿  $x$  轴正方向传播，题图为某时刻波形图。波源位于  $x=0$  处，其位移随时间变化的关系为  $y=\sin(2\pi t)$  cm，则 ( )



- A. 此波的波长为 9cm  
 B. 此波的频率为 2Hz  
 C. 此波的波速为 0.1m/s  
 D. 此时波源沿  $y$  轴正方向运动

**【分析】**根据图像可知波长为 10m，由题干  $y=\sin(2\pi t)$  方程可知，角速度，根据角速

度与频率关系可知频率和周期，再根据波速波长以及周期之间的关系，可知波速，根据“上下坡”法则可知振动方向。

**【解答】**解：A. 由波形图可知，此波的波长  $\lambda=10\text{cm}$ ，故 A 错误；

B. 由位移随时间变化的关系得  $\omega=2\pi$ ，由  $\omega=2\pi f$  可得此波的频率  $f=1\text{Hz}$ ，故 B 错误；

C. 由  $\omega=\frac{2\pi}{T}$  可得， $T=1\text{s}$  由  $\lambda=vT$  可得此波的传播速度， $v=0.1\text{m/s}$ ，故 C 正确；

D. 根据“上下坡”法则可知，波源处于上坡过程，则此时波源沿  $y$  轴负方向运动，故 D 错误；

故选：C。

**【点评】**解决本题的关键能够从波动图象获取信息，以及知道质点的振动方向与波的传播方向的关系。

## 二、多选题

(多选) 10. (3分) 2021年5月15日“祝融号”火星车成功着陆火星表面，是我国航天事业发展中具有里程碑意义的进展。此前我国“玉兔二号”月球车首次实现月球背面软着陆，若“祝融号”的质量是“玉兔二号”的  $K$  倍，火星的质量是月球的  $N$  倍，火星的半径是月球的  $P$  倍，火星与月球均视为球体，则 ( )

A. 火星的平均密度是月球的  $\frac{N}{P^3}$  倍

B. 火星的第一宇宙速度是月球的  $\sqrt{NP}$  倍

C. 火星的重力加速度大小是月球表面的  $\frac{\sqrt{N}}{P}$  倍

D. 火星对“祝融号”引力的大小是月球对“玉兔二号”引力的  $\frac{KN}{P^2}$  倍

**【分析】**根据密度的定义式结合体积公式即可求出密度的关系，由万有引力提供向心力即可求出半径的关系以及第一宇宙速度、重力加速度和万有引力的关系。

**【解答】**解：A. 根据密度的定义有： $\rho=\frac{M}{V}$ ，体积  $V=\frac{4}{3}\pi R^3$ ，可知火星的平均密度与

月球的平均密度之比为  $\frac{\rho_{火}}{\rho_{月}}=\frac{M_{火}}{M_{月}}\cdot\frac{R_{月}^3}{R_{火}^3}=N\times\frac{1}{P^3}=\frac{N}{P^3}$ ，即火星的平均密度是月球的

$\frac{N}{P^3}$  倍，故 A 正确；

BC. 由  $G\frac{Mm}{R^2}=mg$  可知火星的重力加速度与月球表面的重力加速度之比为

$$\frac{g_{火}}{g_{月}} = \frac{M_{火} R_{月}^2}{M_{月} R_{火}^2} = N \times \frac{1}{P^2} = \frac{N}{P^2}, \text{ 即火星的重力加速度是月球表面的重力加速度的 } \frac{N}{P^2}, \text{ 在}$$

$$\text{星球表面附近有: } G \frac{Mm}{R^2} = mg;$$

同时万有引力提供向心力有:  $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ , 可知火星的第一宇宙速度与月球的第一宇宙

$$\text{速度之比为 } \frac{v_{火}}{v_{月}} = \sqrt{\frac{g_{火} R_{火}}{g_{月} R_{月}}} = \sqrt{\frac{N}{P^2} \cdot P} = \sqrt{\frac{N}{P}}, \text{ 故 BC 错误;}$$

D. 由万有引力定律  $F = G \frac{Mm}{R^2}$ , 可知火星对“祝融号”引力大小与月球对“玉兔二号”引

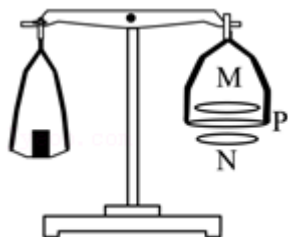
$$\text{力大小之比为 } \frac{F_{火}}{F_{月}} = \frac{M_{火}}{M_{月}} \cdot \frac{m_{祝}}{m_{玉}} \cdot \frac{R_{月}^2}{R_{火}^2} = N \times K \times \frac{1}{P^2} = \frac{KN}{P^2}, \text{ 即火星对“祝融号”引力大小}$$

是月球对“玉兔二号”引力大小的  $\frac{KN}{P^2}$  倍, 故 D 正确。

故选 AD。

**【点评】** 解决本题的关键掌握万有引力提供向心力这一重要理论, 并能灵活运用, 知道周期与轨道半径的关系, 基础题。

- (多选) 11. (3分) 某同学设计了一种天平, 其装置如图所示。两相同的同轴圆线圈 M、N 水平固定, 圆线圈 P 与 M、N 共轴且平行等距。初始时, 线圈 M、N 通以等大反向的电流后, 在线圈 P 处产生沿半径方向的磁场, 线圈 P 内无电流且天平平衡。设从上往下看顺时针方向为正向。当左托盘放入重物后, 要使线圈 P 仍在原位置且天平平衡, 可能的办法是 ( )



- A. 若 P 处磁场方向沿半径向外, 则在 P 中通入正向电流
- B. 若 P 处磁场方向沿半径向外, 则在 P 中通入负向电流
- C. 若 P 处磁场方向沿半径向内, 则在 P 中通入正向电流
- D. 若 P 处磁场方向沿半径向内, 则在 P 中通入负向电流

**【分析】** 根据磁场方向和电流方向, 利用左手定则判断安培力的方向即可。

**【解答】** 解: AB. 当左托盘放入重物后, 要使线圈 P 仍在原位置且天平平衡, 则需要线

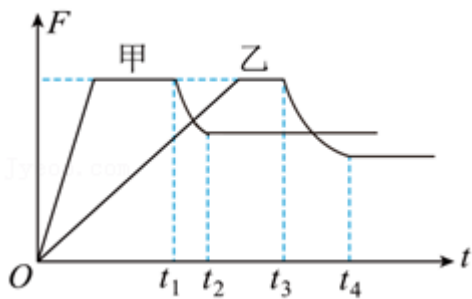
圈 P 需要受到竖直向下的安培力，若 P 处磁场方向沿半径向外，由左手定则可知，可在 P 中通入负向电流，故 A 错误，B 正确；

CD. 若 P 处磁场方向沿半径向内，由左手定则可知，可在 P 中通入正向电流，故 C 正确，D 错误。

故选：BC。

**【点评】** 本题主要是考查安培力方向的判断方法，利用左手定则进行分析：伸开左手，使拇指与其余四个手指垂直，并且都与手掌在同一平面内；让磁感线从掌心进入，并使四指指向电流的方向，这时拇指所指的方向就是通电导线在磁场中所受安培力的方向。

(多选) 12. (3分) 额定功率相同的甲、乙两车在同一水平路面上从静止启动，其发动机的牵引力随时间的变化曲线如图所示。两车分别从  $t_1$  和  $t_3$  时刻开始以额定功率行驶，从  $t_2$  和  $t_4$  时刻开始牵引力均视为不变。若两车行驶时所受的阻力大小与重力成正比，且比例系数相同，则 ( )



- A. 甲车的总重比乙车大
- B. 甲车比乙车先开始运动
- C. 甲车在  $t_1$  时刻和乙车在  $t_3$  时刻的速率相同
- D. 甲车在  $t_2$  时刻和乙车在  $t_4$  时刻的速率相同

**【分析】** 在  $F-t$  图像中，当牵引力等于阻力时，汽车做匀速直线运动，汽车在启动的过程中，当牵引力大于阻力时开始做加速运动，根据图像即可判断出谁先运动，根据  $P=Fv$  求得速度。

**【解答】** 解：A、根据题述，两车额定功率  $P$  相同，匀速运动后牵引力等于阻力，因此甲车阻力大于乙车阻力，根据甲车  $t_2$  时刻后和乙车  $t_4$  时刻后两车牵引力不变，甲车牵引力大于乙车可知  $F=f=kmg$  可知甲车的总重比乙车大，故 A 正确；

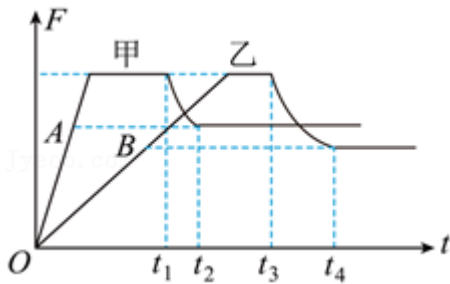
B、如图所示甲车在 A 点所对应的时刻牵引力与阻力瞬间相等，所以甲车从这个时刻开始，做加速运动；乙车在 B 点所对应的时刻牵引力与阻力瞬间相等，乙车从这个时刻开

始加速，所以甲车比乙车先开始运动，故 B 正确；

C、两车分别从  $t_1$  和  $t_3$  时刻开始以额定功率行驶，这两个时刻，两车的牵引力等大，由  $P = Fv$  可知，甲车在  $t_1$  时刻和乙车在  $t_3$  时刻的速率相同，故 C 正确；

D、 $t_2$  时刻甲车达到最大速度， $t_4$  时刻乙车达到最大速度，根据汽车的额定功率  $P = fv_m = kmgv_m$  可知由于甲车的总重比乙车大，所以甲车在  $t_2$  时刻的速率小于乙车在  $t_4$  时刻的速率，故 D 错误。

故选 ABC。

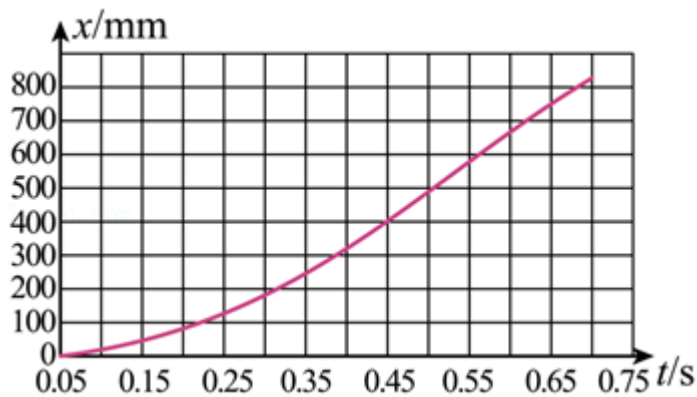


【点评】本题主要考查了机车的启动，明确两种启动方式，抓住当牵引力等于阻力时，速度达到最大。

### 三、实验题

13. 某同学用手机和带刻度的玻璃筒等器材研究金属小球在水中竖直下落的速度变化情况。

他用手机拍摄功能记录小球在水中静止释放后位置随时间的变化，每  $\frac{1}{60}$  s 拍摄一张照片。



(1) 取某张照片中小球的位置为 0 号位置，然后依次每隔 3 张照片标记一次小球的位置，则相邻标记位置之间的时间间隔是  $\frac{1}{15}$  s。

(2) 测得小球位置  $x$  随时间  $t$  变化曲线如题图所示，由图可知，小球在 0.15s~0.35s 时间段平均速度的大小 小于 (选填“大于”、“等于”、“小于”) 在 0.45s~0.65s 时间段内平均速度的大小。

(3) 在实验器材不变的情况下，能够减小实验测量误差的方法有：每张照片标记一次

小球的位置 (写出一种即可)。

**【分析】**(1) 根据时间与周期的关系解得；

(2) 再运用平均速度的计算公式，从而即可求解；

(3) 根据实验原理与操作解答。

**【解答】**解：(1) 相邻标记位置之间的时间间隔是  $T=4 \times \frac{1}{60} \text{s} = \frac{1}{15} \text{s}$

(2) 小球在 0.15s~0.35s 时间内 ( $\Delta t=0.35\text{s} - 0.15\text{s}=0.20\text{s}$ )，位移  $\Delta x_1=240\text{mm} - 40\text{mm}$   
 $=200\text{mm}=0.200\text{m}$ ，平均速度大小为  $v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{0.200}{0.2} \text{m/s} = 1.0\text{m/s}$

小球在 0.45s~0.65s 时间内 ( $\Delta t=0.65\text{s} - 0.45\text{s}=0.20\text{s}$ )，位移  $\Delta x_2=750\text{mm} - 400\text{mm} =$   
 $350\text{mm}=0.350\text{m}$ ，平均速度大小为  $v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{0.350}{0.20} \text{m/s} = 1.75\text{m/s}$

由此可知小球在 0.15s~0.35s 时间内平均速度的大小小于小球在 0.45s~0.65s 时间内的平均速度的大小；

(3) 在实验器材不变的情况下，能够减小实验误差测量误差的方法有：每张照片标记一次小球的位置。

故答案为：(1)  $\frac{1}{15}$ ；(2) 小于；(3) 每张照片标记一次小球的位置

**【点评】**考查探究小车速度随时间的变化，掌握逐平均速度的计算公式，要熟练掌握公式的应用，提高解决实验能力。

14. 某兴趣小组使用如图 1 电路，探究太阳能电池的输出功率与光照强度及外电路电阻的关系，其中 P 为电阻箱， $R_0$  是阻值为  $37.9\text{k}\Omega$  的定值电阻，E 是太阳能电池， $\mu\text{A}$  是电流表 (量程  $0\sim 100\mu\text{A}$ ，内阻  $2.10\text{k}\Omega$ )。

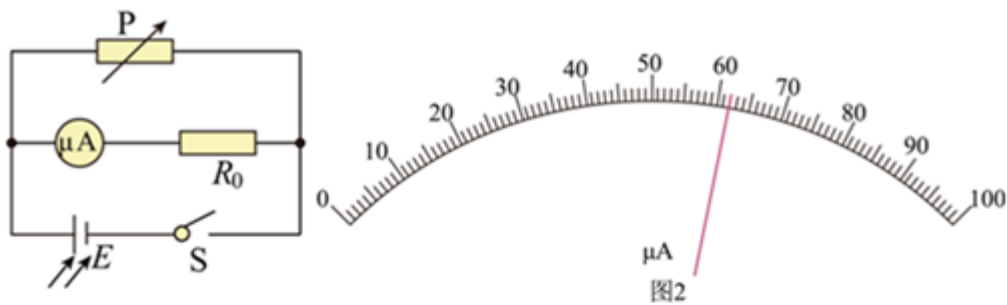


图1

图2

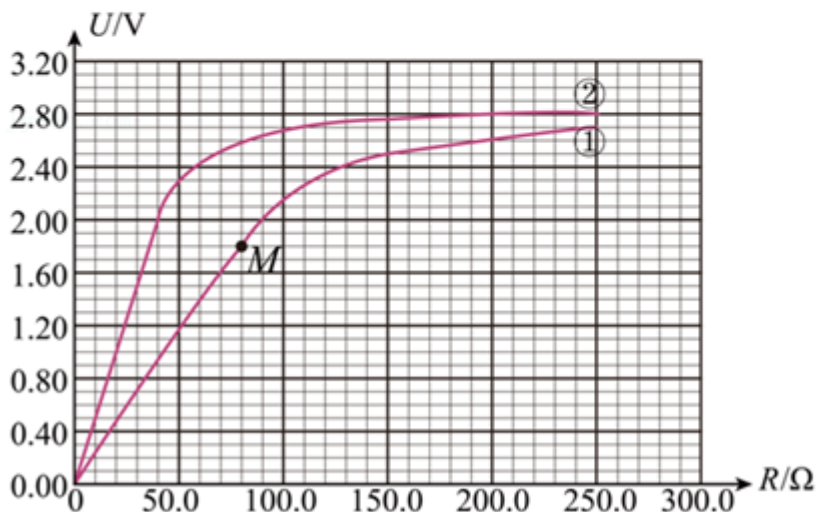


图3

(1) 实验中若电流表的指针位置如题图 2 所示，则电阻箱 P 两端的电压是 2.48 V。

(保留 3 位有效数字)

(2) 在某光照强度下，测得太阳能电池的输出电压  $U$  与电阻箱 P 的电阻  $R$  之间的关系如图 3 中的曲线①所示。不考虑电流表和电阻  $R_0$  消耗的功率，由该曲线可知，M 点对应的太阳能电池的输出功率是 40.5 mW。(保留 3 位有效数字)

(3) 在另一更大光照强度下，测得  $U - R$  关系如图 3 中的曲线②所示。同样不考虑电流表和电阻  $R_0$  消耗的功率，与曲线①相比，在电阻  $R$  相同的情况下，曲线②中太阳能电池的输出功率 较大 (选填“较小”、“较大”)，由图像估算曲线②中太阳能电池的最大输出功率约为 65.3 mW。(保留 3 位有效数字)

**【分析】**(1) 根据电流表的量程与图示表盘确定其分度值，根据指针位置读出其读数，然后求出电阻箱两端电压。

(2) 根据图示图像求出电压与对应的电阻阻值，然后求出输出功率。

(3) 当电池内电阻与外电阻相等时电池的输出功率最大，根据图 3 所示图像分析求解。

**【解答】**解：(1) 电流表量程是  $100\mu\text{A}$ ，由图 2 所示表盘可知，其分度值是  $1\mu\text{A}$ ，读数  $I$

$= 62.0\mu\text{A} = 6.20 \times 10^{-5}\text{A}$ ，电阻箱 P 两端的电压

$$U = I(r_g + R_0) = 6.20 \times 10^{-5} \times (2.10 + 37.9) \times 10^3 \text{V} = 2.48\text{V}。$$

(2) 由图 3 所示可知，M 点对应的电压  $U = 1.80\text{V}$ ，电阻  $R = 80.0\Omega$ ，太阳能电池的输出

$$\text{功率 } P = \frac{U^2}{R} = \frac{1.80^2}{80.0} \text{W} = 4.05 \times 10^{-2} \text{W} = 40.5\text{mW}。$$

(3) 由图 3 所示图像可知，与曲线①相比，在电阻 R 相同的情况下，曲线②中太阳能

电池的电压较大，由  $P = \frac{U^2}{R}$  可知，曲线②中太阳能电池的输出电功率较大；

由图像②可知，太阳能电池电动势为  $E = 2.80\text{V}$ ，太阳能电池的内阻随外接电阻 R 的增大而减小，可估算出当  $R = 30\Omega$  时电池内阻约为  $30\Omega$ ，太阳能电池输出功率最大，最大

$$\text{输出电功率 } P = \frac{E^2}{4R} = \frac{2.80^2}{4 \times 30} \text{W} \approx 0.0653 \text{W} = 65.3\text{mW}。$$

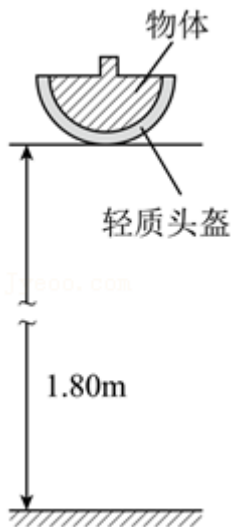
故答案为：(1) 2.48；(2) 40.5；(3) 较大；65.3。

**【点评】** 要掌握常用器材的使用方法与读数方法；对电表读数时要先确定其量程与分度值，根据指针位置读数，读数时视线要与刻度线垂直；分析清楚图示图像，应用电功率公式即可解题。

#### 四、解答题

15. 我国规定摩托车、电动自行车骑乘人员必须依法配戴具有缓冲作用的安全头盔。小明对某轻质头盔的安全性能进行了模拟实验检测。某次，他在头盔中装入质量为  $5.0\text{kg}$  的物体（物体与头盔密切接触），使其从  $1.80\text{m}$  的高处自由落下（如图），并与水平地面发生碰撞，头盔厚度被挤压了  $0.03\text{m}$  时，物体的速度减小到零。挤压过程不计物体重力，且视为匀减速直线运动，不考虑物体和地面的形变，忽略空气阻力，重力加速度  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 头盔接触地面前瞬间的速度大小；
- (2) 物体做匀减速直线运动的时间；
- (3) 物体在匀减速直线运动过程中所受平均作用力的大小。



**【分析】**(1) 由自由落体运动规律求解速度大小；

(2) 由匀变速直线运动规律求解时间；

(3) 由动量定理求解物体在匀减速直线运动过程中所受平均作用力的大小。

**【解答】**解：(1) 由自由落体运动规律可得： $v^2=2gh$ ，其中： $h=1.80\text{m}$

代入数据解得： $v=6\text{m/s}$ ；

(2) 由匀变速直线运动规律可得： $\Delta x=\frac{v}{2}t$ ，其中  $\Delta x=0.03\text{m}$

代入数据解得： $t=0.01\text{s}$ ；

(3) 取向向下为正分向，由动量定理得： $-Ft=0-mv$

代入数据解得： $F=3000\text{N}$ 。

答：(1) 头盔接触地面前瞬间的速度大小为  $6\text{m/s}$ ；

(2) 物体做匀减速直线运动的时间为  $0.01\text{s}$ ；

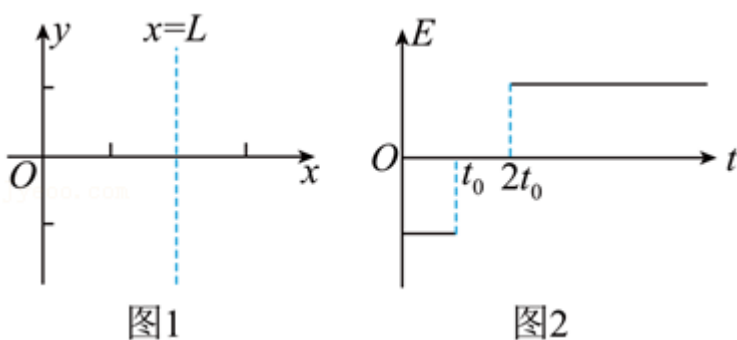
(3) 物体在匀减速直线运动过程中所受平均作用力的大小为  $3000\text{N}$ 。

**【点评】**本题主要是考查动量定理，利用动量定理解答问题时，要注意分析运动过程中物体的受力情况，知道合外力的冲量才等于动量的变化。由于本题在挤压过程不计物体重力，所以列动量定理方程时可不分析重力。

16. 如图 1 所示的  $Oxy$  竖直平面内，在原点  $O$  有一粒子源，可沿  $x$  轴正方向发射速度不同、比荷均为  $\frac{q}{m}$  的带正电的粒子。在  $x \geq L$  的区域仅有垂直于平面向内的匀强磁场； $x < L$  的区域仅有如图 2 所示的电场， $0 \sim t_0$  时间内和  $2t_0$  时刻后的匀强电场大小相等，方向相反（ $0 \sim t_0$  时间内电场方向竖直向下）， $t_0 \sim 2t_0$  时间内电场强度为零。在磁场左边界  $x=L$  直线上的某点，固定一粒子收集器（图中未画出）。 $0$  时刻发射的  $A$  粒子在  $t_0$  时刻经过左边

界进入磁场，最终被收集器收集；B 粒子在  $\frac{t_0}{3}$  时刻以与 A 粒子相同的发射速度发射，第一次经过磁场左边界的位置坐标为  $(L, -\frac{4L}{9})$ ；C 粒子在  $t_0$  时刻发射，其发射速度是 A 粒子发射速度的  $\frac{1}{4}$ ，不经过磁场能被收集器收集。忽略粒子间相互作用力和粒子重力，不考虑边界效应。

- (1) 求电场强度 E 的大小；
- (2) 求磁感应强度 B 的大小；
- (3) 设  $2t_0$  时刻发射的粒子能被收集器收集，求其有可能的发射速度大小。



- 【分析】** (1) 作出 ABC 粒子运动轨迹图，根据平抛运动规律可求电场强度；
- (2) 对 A、C 粒子分析，在电场中做类平抛运动，在磁场中做匀速圆周运动，综合列式即可求解；
- (3)  $2t_0$  时刻发射的粒子能被收集器收集，可能出电场直接被收集，也可能经过磁场偏转后收集，分类计算粒子发射速度即可。

**【解答】** 解：(1) 设 A 粒子发射速度为 v，分别画出 ABC 粒子运动轨迹，如图 1：

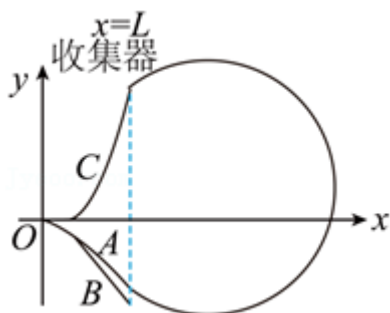


图 1

根据题述可知

$$L = vt_0$$

对 B 粒子沿 y 方向运动

$$\frac{4L}{9} = \frac{1}{2} a \left( \frac{2t_0}{3} \right)^2 + a \frac{2t_0 t_0}{3}$$

$$qE = ma$$

$$\text{联立解得: } E = \frac{Lm}{qt_0^2};$$

(2) 设收集器的位置坐标为  $(L, y)$ ,

$$\text{对 C 粒子: } L = 0.25v \cdot 4t_0, \quad y = \frac{1}{2} a (3t_0)^2$$

$$\text{对 A 粒子: } L = vt_0, \quad y' = \frac{1}{2} a t_0^2$$

A 粒子进入磁场时沿 x 方向分速度为

$$v_x = v = \frac{L}{t_0}$$

沿 y 方向分速度

$$v_y = a t_0 = \frac{L}{t_0}$$

$$\text{又 } \tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = 1$$

由几何关系得

$$2r \cos \theta = y + y' = 5a t_0^2 = 5L$$

$$\text{解得: } r = \frac{5\sqrt{2}L}{2}$$

A 粒子进入磁场时的速度

$$v_A = \sqrt{2} v$$

由洛伦兹力提供向心力

$$qv_A B = m \frac{v_A^2}{r}$$

$$\text{解得: } B = \frac{2m}{5qt_0};$$

(3) 设  $2t_0$  时刻发射的粒子速度为  $v_1$ , 经电场偏转后直接被收集器收集, 如图 2,

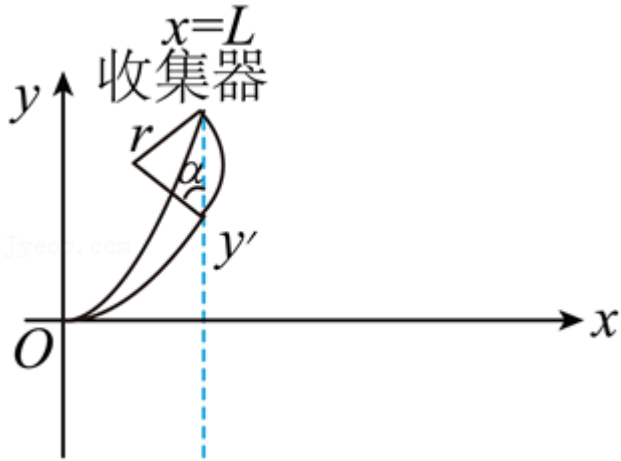


图 2

则有

$$\frac{1}{2} a (3t_0)^2 = \frac{1}{2} a \left(\frac{L}{v_1}\right)^2$$

$$\text{解得: } v_1 = \frac{L}{3t_0}$$

设  $2t_0$  时刻发射的粒子速度为  $v_2$ , 先经电场偏转, 后进入磁场偏转后被收集器收集, 如图

2

$$L = v_2 t$$

$$y'' = \frac{1}{2} a t^2$$

$$y = y'' + 2r' \cos\alpha$$

由洛伦兹力提供向心力

$$qv' B = m \frac{v'^2}{r'}$$

$$v' \cos\alpha = v_2$$

$$\text{联立解得: } v_2 = \frac{L}{2t_0}, v_2 = \frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0},$$

$$\text{所有可能的发射速度为: } \frac{L}{3t_0}, \frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0}, \frac{L}{2t_0}.$$

答: (1) 电场强度  $E$  的大小为  $\frac{Lm}{qt_0^2}$ ;

(2) 磁感应强度  $B$  的大小为  $\frac{2m}{5qt_0}$ ;

(3) 设  $2t_0$  时刻发射的粒子能被收集器收集，其有可能的发射速度大小为  $\frac{L}{3t_0}$ ， $\frac{(1+\sqrt{6})L}{5t_0}$ ， $\frac{L}{2t_0}$ 。

**【点评】** 本题考查了粒子在电场与磁场中的运动，分析求出粒子运动过程是正确解题的关键，分析清楚粒子运动过程后应用匀变速直线运动的位移公式、牛顿第二定律可以解题。

17. 定高气球是种气象气球，充气完成后，其容积变化可以忽略。现有容积为  $V_1$  的某气罐装有温度为  $T_1$ 、压强为  $p_1$  的氦气，将该气罐与未充气的某定高气球连通充气。当充气完成后达到平衡状态后，气罐和球内的温度均为  $T_1$ ，压强均为  $kp_1$ ， $k$  为常数。然后将气球密封并释放升空至某预定高度，气球内气体视为理想气体，假设全过程无漏气。

(1) 求密封时定高气球内气体的体积；

(2) 若在该预定高度球内气体重新达到平衡状态时的温度为  $T_2$ ，求此时气体的压强。

**【分析】** (1) 气球和气罐内的气体做等温变化，根据玻意耳定律求得；

(2) 气球和气罐内的气体做等容变化，根据查理定律求得压强。

**【解答】** 解：(1) 设密封时定高气球内气体体积为  $V$ ，由玻意耳定律

$$p_1 V_1 = kp_1 (V_1 + V)$$

$$\text{解得： } V = \frac{1-k}{k} V_1$$

(2) 由查理定律

$$\frac{kp_1}{T_1} = \frac{p}{T_2}$$

$$\text{解得 } p = \frac{kp_1 T_2}{T_1}$$

答：(1) 密封时定高气球内气体的体积为  $\frac{1-k}{k} V_1$ ；

(2) 若在该预定高度球内气体重新达到平衡状态时的温度为  $T_2$ ，此时气体的压强为

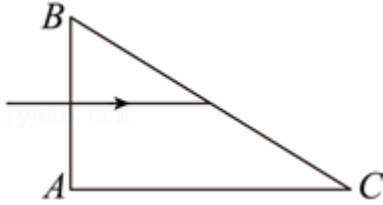
$$\frac{kp_1 T_2}{T_1}。$$

**【点评】** 本题主要考查了玻意耳定律和查理定律，关键是找出初末状态参量。

18. 如图所示，一直角棱镜  $ABC$ ， $\angle A = 90^\circ$ ， $AC = 1$ 。从  $AB$  边界面垂直入射的甲、乙两种不同频率的单色光，在棱镜中传播速度分别为  $k_1 c$  和  $k_2 c$  ( $0 < k_1 < k_2 < 1$ ， $c$  为真空中

的光速)，甲光第一次到达 BC 边恰好发生全反射。求：

- (1) 该棱镜分别对甲光和乙光的折射率；
- (2) BC 边的长度。



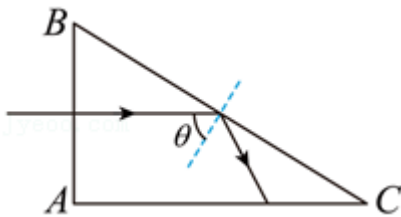
**【分析】**(1) 根据光在介质中的传播速度与折射率关系解得；

(2) 根据全反射临界角公式结合几何关系解得。

**【解答】**解：(1) 由光速与折射率的关系  $n = \frac{c}{v}$ ，可得该棱镜对甲光的折射率  $n_1 = \frac{1}{k_1}$

该棱镜对乙光的折射率  $n_2 = \frac{1}{k_2}$

(2) 设 BC 边的长度为 L，根据题述甲光第一次到达 BC 边恰好发生全反射，可画出光路图



根据全反射临界条件有：  $\sin \theta = \frac{1}{n_1} = k_1$

根据几何关系有：  $\cos C = \sin \theta$

$$\cos C = \frac{1}{L}$$

$$\text{联立解得： } L = \frac{1}{k_1}$$

答：(1) 该棱镜分别对甲光为  $\frac{1}{k_1}$ ，乙光的折射率为  $\frac{1}{k_2}$ ；

(2) BC 边的长度为  $\frac{1}{k_1}$ 。

**【点评】**解决该题的关键是正确作出光路图，能根据几何知识求解光在介质中传播的长度和相关的角度，熟记折射定律的表达式以及光速的求解公式。