

2024 年辽宁省普通高等学校招生考试

一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

1. 长征五号遥八运载火箭托举嫦娥六号探测器进入地月转移轨道，火箭升空过程中，以下描述的物理量属于矢量的是（ ）

- A. 质量 B. 速率 C. 动量 D. 动能

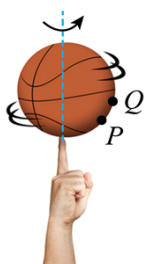
【答案】C

【解析】

【详解】矢量是既有大小，又有方向的物理量，所以动量是矢量，而质量、速率、动能只有大小没有方向，是标量。

故选 C。

2. 当篮球在指尖上绕轴转动时，球面上 P 、 Q 两点做圆周运动的（ ）



- A. 半径相等 B. 线速度大小相等
C. 向心加速度大小相等 D. 角速度大小相等

【答案】D

【解析】

【详解】D. 由题意可知，球面上 P 、 Q 两点转动时属于同轴转动，故角速度大小相等，故 D 正确；

A. 由图可知，球面上 P 、 Q 两点做圆周运动的半径的关系为

$$r_P < r_Q$$

故 A 错误；

B. 根据 $v = r\omega$ 可知，球面上 P 、 Q 两点做圆周运动的线速度的关系为

$$v_P < v_Q$$

故 B 错误；

C. 根据 $a_n = r\omega^2$ 可知，球面上 P 、 Q 两点做圆周运动的向心加速度的关系为

$$a_P < a_Q$$

故 C 错误。

故选 D。

3. 利用砚台将墨条磨成墨汁，墨条速度方向水平向左时，()



- A. 砚台对墨条的摩擦力方向水平向左
- B. 桌面对砚台的摩擦力方向水平向左
- C. 桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力
- D. 桌面对砚台的支持力与墨条对砚台的压力是一对平衡力

【答案】C

【解析】

【详解】A. 当墨条速度方向水平向左时，墨条相对于砚台向左运动，故砚台对墨条的摩擦力方向水平向右，故 A 错误；

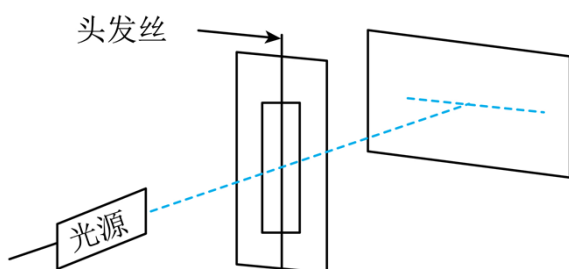
B. 根据牛顿第三定律，墨条对砚台的摩擦力方向水平向左，由于砚台处于静止状态，故桌面对砚台的摩擦力方向水平向右，故 B 错误；

C. 由于砚台处于静止状态，水平方向桌面和墨条对砚台的摩擦力是一对平衡力，故 C 正确；

D. 桌面对砚台的支持力大小等于砚台的重力加上墨条对其的压力，故桌面对砚台的支持力大于墨条对砚台的压力，故 D 错误。

故选 C。

4. 某同学自制双缝干涉实验装置，在纸板上割出一条窄缝，于窄缝中央沿缝方向固定一根拉直的头发丝形成双缝，将该纸板与墙面平行放置，如图所示，用绿色激光照双缝，能在墙面上观察到干涉条纹，下列说法可以使相邻两条亮纹中央间距变小的是 ()



- A. 换用更粗的头发丝
- B. 换用红色激光照双缝
- C. 增大纸板与墙面的距离
- D. 减小光源与纸板的距离

【答案】A

【解析】

【详解】由于干涉条纹间距 $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ ，可知：

- A. 换用更粗的头发丝，双缝间距 d 变大，则相邻两条亮纹中央间距 Δx 变小，故 A 正确；
 - B. 换用红色激光照双缝，波长变长，则相邻两条亮纹中央间距 Δx 变大，故 B 错误；
 - C. 增大纸板与墙面的距离 l ，则相邻两条亮纹中央间距 Δx 变大，故 C 错误；
 - D. 减小光源与纸板的距离，不会影响相邻两条亮纹中央间距 Δx ，故 D 错误。
- 故选 A。

5. 某种不导电溶液的相对介电常数 ϵ ，与浓度 C_m 的关系曲线如图 (a) 所示，将平行板电容器的两极板全部插入该溶液中，并与恒压电源，电流表等构成如图 (b) 所示的电路，闭合开关 S 后，若降低溶液浓度，则 ()

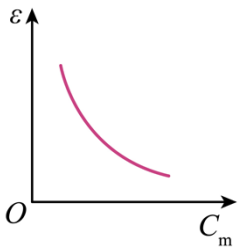


图 (a)

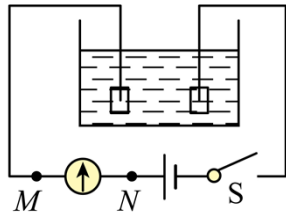


图 (b)

- A. 电容器的电容减小
- B. 电容器所带的电荷量增大
- C. 电容器两极板之间的电势差增大
- D. 溶液浓度降低过程中电流方向为 $M \rightarrow N$

【答案】B

【解析】

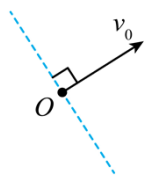
【详解】A. 降低溶液浓度，不导电溶液的相对介电常数 ϵ 增大，根据电容器的决定式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 可知电容器的电容增大，故 A 错误；

BC. 溶液不导电没有形成闭合回路，电容器两端的电压不变，根据 $Q = CU$ 结合 A 选项分析可知电容器所带的电荷量增大，故 B 正确，C 错误；

D. 根据 B 选项分析可知电容器所带的电荷量增大，则给电容器充电，结合题图可知电路中电流方向为 $N \rightarrow M$ ，故 D 错误。

故选 B。

6. 在水平匀强电场中，一带电小球仅在重力和电场力作用下于竖直纸面内运动，如图，若小球的初速度方向沿虚线，则其运动轨迹为直线，若小球的初速度方向垂直于虚线，则其从 O 点出发运动到 O 点等高处的过程中（ ）



- A. 动能减小，电势能增大
 B. 动能增大，电势能增大
 C. 动能减小，电势能减小
 D. 动能增大，电势能减小

【答案】D

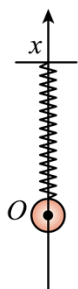
【解析】

【详解】根据题意若小球的初速度方向沿虚线，则其运动轨迹为直线，可知电场力和重力的合力沿着虚线方向，又电场强度方向为水平方向，根据力的合成可知电场强度方向水平向右，若小球的初速度方向垂直于虚线，则其从 O 点出发运动到 O 点等高处的过程中重力对小球做功为零，电场力的方向与小球的运动方向相同，则电场力对小球正功，小球的动能增大，电势能减小。

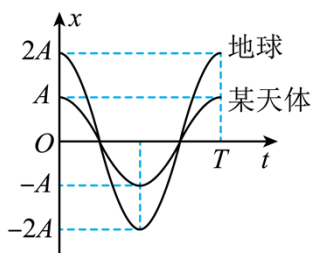
故选 D。

7. 如图 (a)，若将小球从弹簧原长处由静止释放，其在地球与某球体天体表面做简谐运动的图像如 (b)，

设地球，该天体的平均密度分别为 ρ_1 和 ρ_2 。地球半径是该天体半径的 n 倍。 $\frac{\rho_1}{\rho_2}$ 的值为（ ）



图(a)



图(b)

- A. $2n$
 B. $\frac{n}{2}$
 C. $\frac{2}{n}$
 D. $\frac{1}{2n}$

【答案】C

【解析】

【详解】设地球表面的重力加速度为 g ，某球体天体表面的重力加速度为 g' ，弹簧的劲度系数为 k ，根据简谐运动的对称性有

$$k \cdot 4A - mg = mg$$

$$k \cdot 2A - mg' = mg'$$

可得

$$g = \frac{2kA}{m}$$
$$g' = \frac{kA}{m}$$

可得

$$\frac{g}{g'} = 2$$

设某球体天体的半径为 R ，在星球表面，有

$$G \frac{\rho_1 \cdot \frac{4}{3} \pi (nR)^3 \cdot m}{(nR)^2} = mg$$

$$G \frac{\rho_2 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot m}{R^2} = mg'$$

联立可得

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{2}{n}$$

故选 C。

8. X 射线光电子能谱仪是利用 X 光照射材料表面激发出光电子，并对光电子进行分析的科研仪器，用某一频率的 X 光照射某种金属表面，逸出了光电子，若增加此 X 光的强度，则（ ）

- A. 该金属逸出功增大
B. X 光的光子能量不变
C. 逸出的光电子最大初动能增大
D. 单位时间逸出的光电子数增多

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 金属的逸出功是金属的自身固有属性，仅与金属自身有关，增加此 X 光的强度，该金属逸出功不变，故 A 错误；

B. 根据光子能量公式 $\varepsilon = h\nu$ 可知增加此 X 光的强度，X 光的光子能量不变，故 B 正确；

C. 根据爱因斯坦光电方程

$$E_{\text{km}} = h\nu - W_0$$

可知逸出的光电子最大初动能不变，故 C 错误；

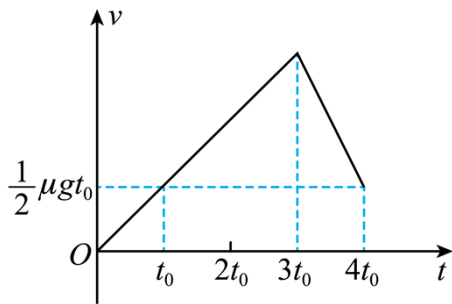
D. 增加此 X 光的强度，单位时间照射到金属表面的光子变多，则单位时间逸出的光电子数增多，故 D 正

故 B 正确，C 错误；

D. 根据前面分析可知 $a_{ab} = a_{cd}$ ，故可知两导体棒速度大小始终相等，由于两边磁感应强度不同，故产生的感应电动势不等，故 D 错误。

故选 AB。

10. 一足够长木板置于水平地面上，二者间的动摩擦因数为 μ ， $t = 0$ 时，木板在水平恒力作用下，由静止开始向右运动。某时刻，一小物块以与木板等大、反向的速度从右端滑上木板。已知 $t = 0$ 到 $t = 4t_0$ 的时间内，木板速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示，其中 g 为重力加速度大小， $t = 4t_0$ 时刻，小物块与木板的速度相同，下列说法正确的是（ ）



- A. 小物块在 $t = 3t_0$ 时刻滑上木板
- B. 小物块和木板间动摩擦因数为 2μ
- C. 小物块与木板的质量比为 $3 : 4$
- D. $t = 4t_0$ 之后小物块和木板一起做匀速运动

【答案】ABD

【解析】

【详解】A. $v-t$ 图像的斜率表示加速度，可知 $t = 3t_0$ 时刻木板的加速度发生改变，故可知小物块在 $t = 3t_0$ 时刻滑上木板，故 A 正确；

B. 设小物块和木板间动摩擦因数为 μ_0 ，根据题意结合图像可知物体开始滑上木板时的速度大小为

$v_0 = \frac{3}{2} \mu g t_0$ ，方向水平向左，物块在木板上滑动的加速度为

$$a_0 = \frac{\mu_0 m g}{m} = \mu_0 g$$

经过 t_0 时间与木板共速此时速度大小为 $v_{共} = \frac{1}{2} \mu g t_0$ ，方向水平向右，故可得

$$\frac{v_0}{\mu_0 g} + \frac{v_{共}}{\mu_0 g} = t_0$$

解得

$$\mu_0 = 2\mu$$

故 B 正确；

C. 设木板质量为 M ，物块质量为 m ，根据图像可知物块未滑上木板时，木板的加速度为

$$a = \frac{\frac{1}{2}\mu g t_0}{t_0} = \frac{1}{2}\mu g$$

故可得

$$F - \mu M g = M a$$

解得

$$F = \frac{3}{2}\mu M g$$

根据图像可知物块滑上木板后木板的加速度为

$$a' = \frac{\frac{1}{2}\mu g t_0 - \frac{3}{2}\mu g t_0}{t_0} = -\mu g$$

此时对木板由牛顿第二定律得

$$F - \mu(m + M)g - \mu_0 m g = M a'$$

解得

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{2}$$

故 C 错误；

D. 假设 $t = 4t_0$ 之后小物块和木板一起共速运动，对整体

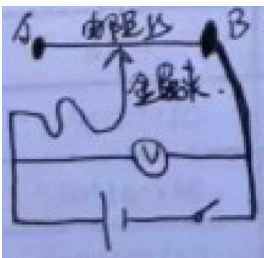
$$F - \mu(m + M)g = \frac{3}{2}\mu M g - \frac{3}{2}\mu M g = 0$$

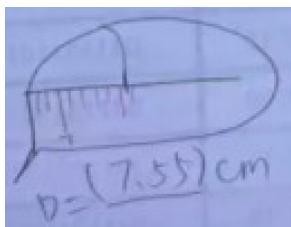
故可知此时整体处于平衡状态，假设成立，即 $t = 4t_0$ 之后小物块和木板一起做匀速运动，故 D 正确。

故选 ABD。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. 将电阻边拉直固定，按照图 (v) 连接电路，金属夹量于电阻丝的 (A/B)。

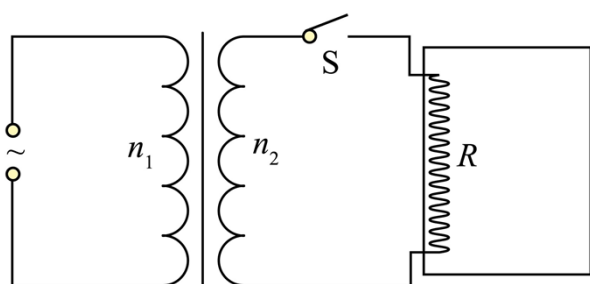




11. 理想变压器原、副线圈的匝数比为 $n_1 : n_2 = 5 : 1$ ，原线圈接在电压峰值为 U_m 的正弦交变电源上，副线圈的回路中接有阻值为 R 的电热丝，电热丝密封在绝热容器内，容器内封闭有一定质量的理想气体，接通电路开始加热，加热前气体温度为 T_0 。

(1) 求变压器的输出功率 P ；

(2) 已知该容器内的气体吸收的热量 Q 与其温度变化量 ΔT 成正比，即 $Q = C\Delta T$ ，其中 C 已知。若电热丝产生的热量全部被气体吸收，要使容器内的气体压强达到加热前的 2 倍，求电热丝的通电时间 t 。



【答案】 (1) $\frac{U_m^2}{50R}$ ；(2) $t = \frac{50CT_0R}{U_m^2}$

【解析】

【详解】 (1) 由原线圈正弦交流电的峰值可知变压器输入电压有效值为

$$U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

设变压器副线圈的输出电压为 U_2 ，根据理想变压器的电压与匝数之间的关系有

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

联立解得

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{U_m}{5\sqrt{2}}$$

理想变压器的输出功率等于 R 的功率，即

$$P = \frac{U_2^2}{R} = \frac{U_m^2}{50R}$$

(2) 设加热前容器内气体的压强为 p_0 ，则加热后气体的压强为 $2p_0$ ，温度为 T_2 ，容器内的气体做等容变化，

则有

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{2p_0}{T_2}$$

由 $Q = C\Delta T$ 知气体吸收的热量

$$Q = C(2T_0 - T_0) = CT_0$$

根据热力学第一定律

$$\Delta U = W + Q$$

气体的体积不变，所以 $W = 0$ ，容器是绝热容器，则

$$\Delta U = Q = Pt = CT_0$$

即

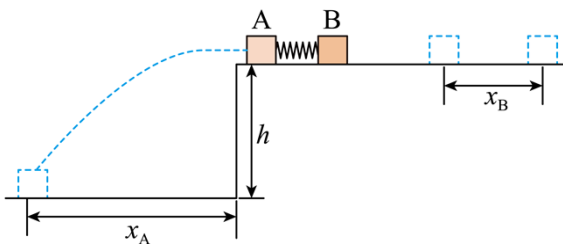
$$\frac{U_m^2}{50R} t = CT_0$$

解得

$$t = \frac{50CT_0R}{U_m^2}$$

12. 如图，高度 $h = 0.8\text{m}$ 的水平桌面上放置两个相同物块 A、B，质量 $m_A = m_B = 0.1\text{kg}$ 。A、B 间夹一压缩量 $\Delta x = 0.1\text{m}$ 的轻弹簧，弹簧与 A、B 不栓接。同时由静止释放 A、B，弹簧恢复原长时 A 恰好从桌面左端沿水平方向飞出，水平射程 $x_A = 0.4\text{m}$ ；B 脱离弹簧后沿桌面滑行一段距离 $x_B = 0.25\text{m}$ 后停止。A、B 均视为质点，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 脱离弹簧时 A、B 的速度大小 v_A 和 v_B ；
- (2) 物块与桌面间的动摩擦因数 μ ；
- (3) 整个过程中，弹簧释放的弹性势能 ΔE_p 。



【答案】 (1) 1m/s, 1m/s; (2) 0.2; (3) 0.12J

【解析】

【详解】(1) 对 A 物块由平抛运动知识得

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

$$x_A = v_A t$$

代入数据解得，脱离弹簧时 A 的速度大小为

$$v_A = 1\text{m/s}$$

对 AB 物块整体由动量守恒定律

$$m_A v_A = m_B v_B$$

解得脱离弹簧时 B 的速度大小为

$$v_B = 1\text{m/s}$$

(2) 对物块 B 由动能定理

$$-\mu m_B g x_B = 0 - \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

代入数据解得，物块与桌面的动摩擦因数为

$$\mu = 0.2$$

(3) 由能量守恒定律

$$\Delta E_p = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \mu m_A g \Delta x_A + \mu m_B g \Delta x_B$$

其中

$$m_A = m_B, \quad \Delta x = \Delta x_A + \Delta x_B$$

解得整个过程中，弹簧释放的弹性势能

$$\Delta E_p = 0.12\text{J}$$

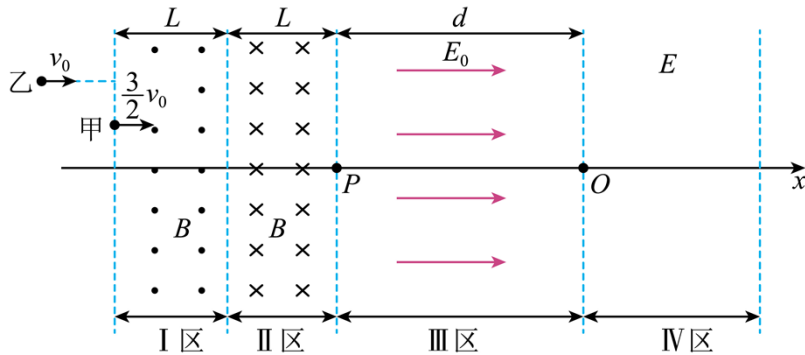
13. 现代粒子加速器常用电磁场控制粒子团的运动及尺度。简化模型如图：I、II区宽度均为 L ，存在垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度等大反向；III、IV区为电场区，IV区电场足够宽，各区边界均垂直于 x 轴， O 为坐标原点。甲、乙为粒子团中的两个电荷量均为 $+q$ ，质量均为 m 的粒子。如图，甲、乙平行于 x 轴向右运动，先后射入 I 区时速度大小分别为 $\frac{3}{2}v_0$ 和 v_0 。甲到 P 点时，乙刚好射入 I 区。乙经过 I 区的速度偏转角为 30° ，甲到 O 点时，乙恰好到 P 点。已知 III 区存在沿 $+x$ 方向的匀强电场，电场强度大小

$E_0 = \frac{9mv_0^2}{4\pi qL}$ 。不计粒子重力及粒子间相互作用，忽略边界效应及变化的电场产生的磁场。

(1) 求磁感应强度的大小 B ；

(2) 求III区宽度 d ;

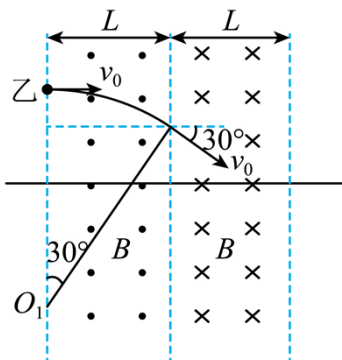
(3) IV区 x 轴上的电场方向沿 x 轴, 电场强度 E 随时间 t 、位置坐标 x 的变化关系为 $E = \omega t - kx$, 其中常数 $\omega > 0$, ω 已知、 k 未知, 取甲经过 O 点时 $t = 0$ 。已知甲在IV区始终做匀速直线运动, 设乙在IV区受到的电场力大小为 F , 甲、乙间距为 Δx , 求乙追上甲前 F 与 Δx 间的关系式 (不要求写出 Δx 的取值范围)



【答案】(1) $B = \frac{mv_0}{2qL}$; (2) $d = \frac{3}{2}\pi L$; (3) $F = \frac{q\omega}{3v_0} \cdot \Delta x$

【解析】

【详解】(1) 对乙粒子, 如图所示



由洛伦兹力提供向心力

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r_1}$$

由几何关系

$$\sin 30^\circ = \frac{L}{r_1}$$

联立解得, 磁感应强度的大小为

$$B = \frac{mv_0}{2qL}$$

(2) 由题意可知, 根据对称性, 乙在磁场中运动的时间为

$$t_1 = 2 \times \frac{30^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi L}{3v_0}$$

对甲粒子，由对称性可知，甲粒子沿着直线从 P 点到 O 点，由运动学公式

$$d = \frac{3}{2}v_0t_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

由牛顿第二定律

$$a = \frac{qE_0}{m} = \frac{9v_0^2}{4\pi L}$$

联立可得III区宽度为

$$d = \frac{3}{2}\pi L$$

(3) 甲粒子经过 O 点时的速度为

$$v_{\text{甲}} = \frac{3}{2}v_0 + at_1 = 3v_0$$

因为甲在IV区始终做匀速直线运动，则

$$\omega t = kx = k \times 3v_0 t$$

可得

$$k = \frac{\omega}{3v_0}$$

设乙粒子经过III区的时间为 t_2 ，乙粒子在IV区运动时间为 t_0 ，则上式中

$$t = t_0 + t_2$$

对乙可得

$$\frac{F}{q} = \omega(t_0 + t_2) - kx_2$$

整理可得

$$x_2 = 3v_0(t_0 + t_2) - \frac{3v_0 F}{q\omega}$$

对甲可得

$$x_1 = 3v_0(t_0 + t_2)$$

则

$$\Delta x = x_1 - x_2 = \frac{3v_0 F}{q\omega}$$

化简可得乙追上甲前 F 与 Δx 间的关系式为

$$F = \frac{q\omega}{3v_0} \cdot \Delta x$$