

一、选择题

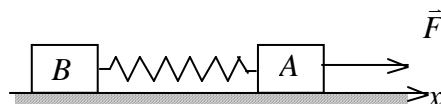
1、质点作曲线运动， \vec{r} 表示位置矢量， \vec{v} 表示速度， \vec{a} 表示加速度， S 表示路程， a_t 表示切向加速度，下列表达式中，

- (1) $d\vec{v}/dt = \vec{a}$, (2) $d\vec{r}/dt = \vec{v}$,
(3) $dS/dt = v$, (4) $|d\vec{v}/dt| = a_t$.

- (A) 只有(1)、(4)是对的.
(B) 只有(2)、(4)是对的.
(C) 只有(2)是对的.
(D) 只有(3)是对的.

[]

2、质量分别为 m_1 和 m_2 的两滑块 A 和 B 通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上，滑块与桌面间的摩擦系数均为 μ ，系统在水平拉力 F 作用下匀速运动，如图所示。如突然撤消拉力，则刚撤消后瞬间，二者的加速度 a_A 和 a_B 分别为



- (A) $a_A=0$, $a_B=0$. (B) $a_A>0$, $a_B<0$.
(C) $a_A<0$, $a_B>0$. (D) $a_A<0$, $a_B=0$.

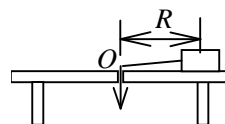
[]

3、质量为 $m=0.5 \text{ kg}$ 的质点，在 Oxy 坐标平面内运动，其运动方程为 $x=5t$, $y=0.5t^2$ (SI)，从 $t=2 \text{ s}$ 到 $t=4 \text{ s}$ 这段时间内，外力对质点作的功为

- (A) 1.5 J. (B) 3 J.
(C) 4.5 J. (D) -1.5 J.

[]

4、如图所示，一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相连结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔 O 。该物体原以角速度 ω 在半径为 R 的圆周上绕 O 旋转，今将绳从小孔缓慢往下拉。则物体



- (A) 动能不变，动量改变.
(B) 动量不变，动能改变.
(C) 角动量不变，动量不变.
(D) 角动量改变，动量改变.
(E) 角动量不变，动能、动量都改变.

[]

5、两个惯性系 S 和 S' ，沿 $x(x')$ 轴方向作匀速相对运动。设在 S' 系中某点先后发生两个事件，用静止于该系的钟测出两事件的时间间隔为 τ_0 ，而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ 。又在 S' 系 x' 轴上放置一静止于是该系。长度为 l_0 的细杆，从 S 系测得此杆的长度为 l ，则

- (A) $\tau < \tau_0$; $l < l_0$. (B) $\tau < \tau_0$; $l > l_0$.
(C) $\tau > \tau_0$; $l > l_0$. (D) $\tau > \tau_0$; $l < l_0$.

[]

6、 A 和 B 为两个均匀带电球体， A 带电荷 $+q$ ， B 带电荷 $-q$ ，作一与 A 同心的球面 S 为高斯面，如图所示。则

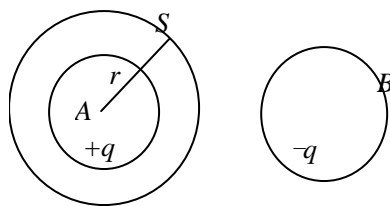
(A) 通过 S 面的电场强度通量为零， S 面上各点的场强为零。

(B) 通过 S 面的电场强度通量为 q / ϵ_0 ， S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ 。

(C) 通过 S 面的电场强度通量为 $(-q) / \epsilon_0$ ， S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ 。

(D) 通过 S 面的电场强度通量为 q / ϵ_0 ，但 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出。

[]



7、点电荷 $-q$ 位于圆心 O 处， A 、 B 、 C 、 D 为同一圆周上的四点，如图所示。现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B 、 C 、 D 各点，则

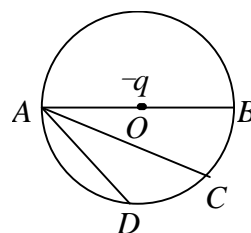
(A) 从 A 到 B ，电场力作功最大。

(B) 从 A 到 C ，电场力作功最大。

(C) 从 A 到 D ，电场力作功最大。

(D) 从 A 到各点，电场力作功相等。

[]



8、按玻尔的氢原子理论，电子在以质子为中心、半径为 r 的圆形轨道上运动。如果把这样一个原子放在均匀的外磁场中，使电子轨道平面与 \vec{B} 垂直，如图所示，则在 r 不变的情况下，电子轨道运动的角速度将：

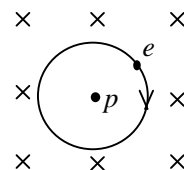
(A) 增加。

(B) 减小。

(C) 不变。

(D) 改变方向。

[]

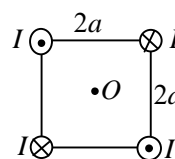


9、四条皆垂直于纸面的载流细长直导线，每条中的电流皆为 I 。这四条导线被纸面截得的断面，如图所示，它们组成了边长为 $2a$ 的正方形的四个角顶，每条导线中的电流流向亦如图所示。则在图中正方形中心点 O 的磁感强度的大小为

(A) $B = \frac{2\mu_0}{\pi a} I$. (B) $B = \frac{\sqrt{2}\mu_0}{2\pi a} I$.

(C) $B = 0$. (D) $B = \frac{\mu_0}{\pi a} I$.

[]



10、顺磁物质的磁导率：

(A) 比真空的磁导率略小。

(B) 比真空的磁导率略大。

(C) 远小于真空的磁导率。

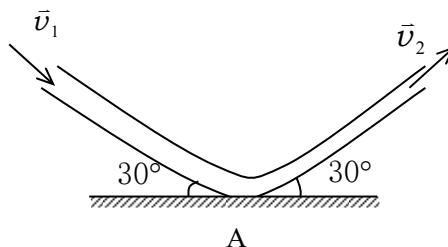
(D) 远大于真空的磁导率。

[]

二、 填空题

1、质点沿半径为 R 的圆周运动，运动学方程为 $\theta = 3 + 2t^2$ (SI)，则 t 时刻质点的法向加速度大小为 $a_n =$ _____；角加速度 $\beta =$ _____.

2、如图所示，流水以初速度 \vec{v}_1 进入弯管，流出时的速度为 \vec{v}_2 ，且 $v_1 = v_2 = v$. 设每秒流入的水质量为 q ，则在管子转弯处，水对管壁的平均冲力大小是 _____，方向 _____。（管内水受到的重力不考虑）

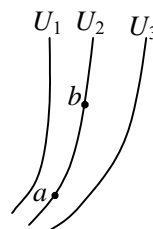


3、哈雷慧星绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆。它离太阳最近的距离是 $r_1 = 8.75 \times 10^{10} \text{ m}$ ，此时它的速率是 $v_1 = 5.46 \times 10^4 \text{ m/s}$ 。它离太阳最远时的速率是 $v_2 = 9.08 \times 10^2 \text{ m/s}$ ，这时它离太阳的距离是 $r_2 =$ _____.

4、以速度 v 相对于地球作匀速直线运动的恒星所发射的光子，其相对于地球的速度大小为 _____.

5、

6、图中所示为静电场的等势(位)线图，已知 $U_1 > U_2 > U_3$ 。在图上画出 a 、 b 两点的电场强度方向，并比较它们的大小。 E_a _____ E_b (填 $<$ 、 $=$ 、 $>$)。



7、一平行板电容器，两板间充满各向同性均匀电介质，已知相对介电常量为 ϵ_r 。若极板上的自由电荷面密度为 σ ，则介质中电位移的大小

$D =$ _____，电场强度的大小 $E =$ _____.

8、长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成，两导体中有等值反向均匀电流 I 通过，其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质。介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁场强度的大小 $H =$ _____，磁感强度的大小 $B =$ _____.

9、反映电磁场基本性质和规律的积分形式的麦克斯韦方程组为

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV, \quad (1)$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}, \quad (2)$$

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0, \quad (3)$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}. \quad (4)$$

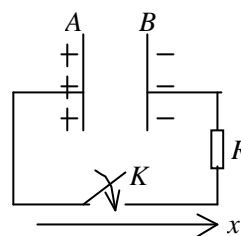
试判断下列结论是包含于或等效于哪一个麦克斯韦方程式的. 将你确定的方程式用代号填在相应结论后的空白处.

(1) 变化的磁场一定伴随有电场; _____

(2) 磁感线是无头无尾的; _____

(3) 电荷总伴随有电场. _____

10、图示一充电后的平行板电容器, A 板带正电, B 板带负电. 当将开关 K 合上放电时, AB 板之间的电场方向为 _____, 位移电流的方向为 _____ (按图上所标 x 轴正方向来回答).



三、计算题

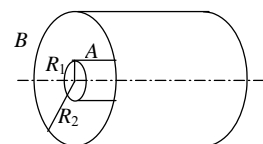
1、水面上有一质量为 M 的木船, 开始时静止不动, 从岸上以水平速度 \vec{v}_0 将一质量为 m 的砂袋抛到船上, 然后二者一起运动. 设运动过程中船受的阻力与速率成正比, 比例系数为 k , 砂袋与船的作用时间极短, 试求:

(1) 砂袋抛到船上后, 船和砂袋一起开始运动的速率.

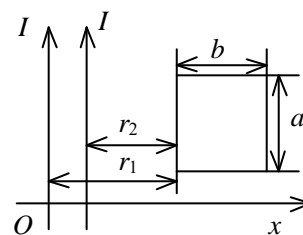
(2) 砂袋与木船从开始一起运动直到静止时所走过的距离.

2、质量为 m ，半径为 R 的均匀球体，从一倾角为 θ 的斜面上滚下．设球体与斜面间的摩擦系数为 μ ，求使该球体在斜面上只滚不滑时， θ 角的取值范围．（球体对中心轴的转动惯量为 $J_c = (2/5)mR^2$ ）

3、一真空二极管，其主要构件是一个半径 $R_1 = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$ 的圆柱形阴极 A 和一个套在阴极外的半径 $R_2 = 4.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ 的同轴圆筒形阳极 B ，如图所示．阳极电势比阴极高 300 V，忽略边缘效应．求电子刚从阴极射出时所受的电场力．（基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ）



4、如图所示，两条平行长直导线和一个矩形导线框共面。且导线框的一个边与长直导线平行，它到两长直导线的距离分别为 r_1 、 r_2 。已知两导线中电流都为 $I = I_0 \sin \omega t$ ，其中 I_0 和 ω 为常数， t 为时间。导线框长为 a 宽为 b ，求导线框中的感应电动势。



5、在惯性系 S 中，有两事件发生于同一地点，且第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t = 2\text{s}$ ；而在另一惯性系 S' 中，观测第二事件比第一事件晚发生 $\Delta t' = 3\text{s}$ 。那么在 S' 系中发生两事件的地点之间的距离是多少？

参考答案

一. 选择题

1.[D] 2.[D] 3.[B] 4.[E] 5.[D] 6.[D] 7.[D] 8.[A] 9.[C] 10.[B]

二. 填空题

1. $16 R t^2$
 4 rad/s^2
2. qv
竖直向下
3. $5.26 \times 10^{12} \text{ m}$
4. c

5.

6. 答案见图

>

7. σ
 $\sigma / (\epsilon_0 \epsilon_r)$

8. $I / (2\pi r)$
 $\mu I / (2\pi r)$

9. ②

③

①

10. x 轴正方向

x 轴负方向

三. 计算题

1. 解: (1) 设沙袋抛到船上后, 共同运动的初速度为 V , 并设此运动方向为 x 轴正方向, 忽略沙袋撞击船时受水的阻力, 则可认为沙袋+船在沙袋落到船上前后水平方向动量守恒, 因而有

$$(M + m)V = mv_0$$

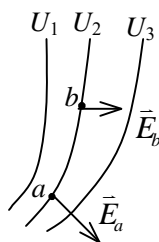
$$V = \frac{mv_0}{M + m}$$

(2) 由 $-k \frac{dx}{dt} = (M + m) \frac{dv}{dt}$

得 $dx = -\frac{M + m}{k} dv$

$$\int_0^x dx = -\frac{M + m}{k} \int_V^0 dv = -\frac{M + m}{k} (0 - V)$$

$$x = \frac{mv_0}{k}$$



2. 解: 球体对中心轴的转动惯量为 $J_c = (2/5)mR^2$

质心沿斜面平动, 有: $mg \sin \theta - f = ma_c$

$$N - mg \cos \theta = 0$$

绕质心转动有: $fR = J_c \beta$

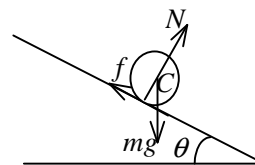
只滚不滑时有条件: $a_c = R\beta$

由以上四式可得:
$$f = \frac{J_c}{J_c + mR^2} mg \sin \theta = \frac{2}{7} mg \sin \theta$$

欲使物体只滚不滑, 则必须是: $f \leq \mu N = \mu mg \cos \theta$

所以有 $(2/7) mg \sin \theta \leq \mu mg \cos \theta$

$$\tan \theta \leq 3.5 \mu, \quad \theta \leq \tan^{-1}(3.5 \mu)$$



3. 解: 与阴极同轴作半径为 r ($R_1 < r < R_2$) 的单位长度的圆柱形高斯面, 设阴极上电荷线密度为 λ . 按高斯定理有 $2\pi r E = \lambda / \epsilon_0$

得到 $E = \lambda / (2\pi \epsilon_0 r)$ ($R_1 < r < R_2$)

方向沿半径指向轴线. 两极之间电势差

$$U_A - U_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = -\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

得到
$$\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0} = \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)}, \quad \text{所以} \quad E = \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)} \cdot \frac{1}{r}$$

在阴极表面处电子受电场力的大小为

$$\begin{aligned} F = eE(R_1) &= e \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)} \cdot \frac{1}{R_1} \\ &= 4.37 \times 10^{-14} \text{ N} \end{aligned}$$

方向沿半径指向阳极.

4. 解: 两个载同向电流的长直导线在如图坐标 x 处所产生的磁场为

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x - r_1 + r_2} \right)$$

选顺时针方向为线框回路正方向, 则

$$\begin{aligned} \Phi &= \int B dS = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \left(\int_{r_1}^{r_1+b} \frac{dx}{x} + \int_{r_1}^{r_1+b} \frac{dx}{x - r_1 + r_2} \right) \\ &= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln \left(\frac{r_1 + b}{r_1} \cdot \frac{r_2 + b}{r_2} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \quad \mathcal{E} &= -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln \left[\frac{(r_1 + b)(r_2 + b)}{r_1 r_2} \right] \frac{dI}{dt} \\ &= -\frac{\mu_0 I_0 a \omega}{2\pi} \ln \left[\frac{(r_1 + b)(r_2 + b)}{r_1 r_2} \right] \cos \omega t \end{aligned}$$

5. 解: 令 S' 系与 S 系的相对速度为 v , 有

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad (\Delta t / \Delta t')^2 = 1 - (v/c)^2$$

则
$$v = c \cdot (1 - (\Delta t / \Delta t')^2)^{1/2} \quad (= 2.24 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$$

那么, 在 S' 系中测得两事件之间距离为:

$$\Delta x' = v \cdot \Delta t' = c(\Delta t'^2 - \Delta t^2)^{1/2} = 6.72 \times 10^8 \text{ m}$$