

质点运动学

第一节 质点运动的描述

1. 已知质点沿 x 轴做直线运动, 其运动方程为 $x = 4t - t^2$ (m), 则前 3.0 s 内, 质点位移的大小为 _____, 所通过的路程为 _____。
2. 在表达式 $\bar{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{r}}{\Delta t}$ 中, 位置矢量是 _____; 位移矢量是 _____。
3. 已知质点的运动学方程为 $\bar{r} = 4t^2 \bar{i} + (2t+3) \bar{j}$ (SI), 则该质点的轨道方程为 _____。
4. 一质点沿直线运动, 其速度为 $v = v_0 e^{-kt}$ (式中 k, v_0 为常量)。当 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 则此质点的运动方程为 _____。
5. 一质点做曲线运动, 则下列说法正确的是 []
 - A 质点沿 x 轴运动, 若加速度 $a < 0$, 则质点必做减速运动
 - B 在曲线运动中质点的加速度必定不为零
 - C 当质点做抛体运动时其 a_t 和 a_n 是不断变化的, 因此 a 也是不断变化的
 - D 若质点的加速度为恒矢量, 则其运动轨迹必定为直线。
6. 一质点在 Oxy 平面内运动, 其运动方程为 $x = at$, $y = b + ct^2$,

式中的 a, b, c 均为常数。当运动质点的运动方向与 x 轴正方向的夹角为 45° 角时, 其速率为 []

A a B $\sqrt{2}a$ C $2c$ D $\sqrt{a^2 + 4c^2}$

7. 一运动质点在某瞬时位于矢径 $\bar{r}(x, y)$ 的端点处, 其速度大小为 []

A $\frac{dr}{dt}$ B $\frac{d\bar{r}}{dt}$ C $\frac{d|\bar{r}|}{dt}$ D $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

8. 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为

$\bar{r} = at^2 \bar{i} + bt^2 \bar{j}$ (其中 a, b 为常量), 则该质点作 []

A 匀速直线运动

B 变速直线运动

C 抛物线运动

D 一般曲线运动。

9. 一质点沿 x 轴运动, 其加速度为 $a = 4t$ (SI), 已知 $t = 0$ 时, 质点位于 $x_0 = 10$ m 处, 初速度 $v_0 = 0$. 试求其位置和时间的关系式.

10. 已知质点的运动方程为 $x = 2t$, $y = 2 - t^2$, 求: (1) $t = 1$ s 到 $t = 2$ s 这段时间内质点的位移和平均速度; (2) $t = 2$ s 时质点的速度和加速度.

11. 质点沿 x 轴运动, 其加速度和位置的关系为 $a = 2 + 6x^2$, a 的单位为 $m \cdot s^{-2}$, x 的单位为 m . 质点在 $x = 0$ 处, 速度为 $10 m \cdot s^{-1}$, 试求质点在任何坐标处的速度值.

12. 思考题:

请举例说明下列问题:

- (1) 质点能否具有恒定的速率而速度却是变化的呢?
- (2) 有没有这样的可能, 质点的加速度在变小, 而其速度在变大呢?

第二节 圆周运动

C 行星的椭圆轨道运动 D 抛体运动 E 圆锥摆运动

1. 一质点做半径为 $R = 2.0 \text{ m}$ 的圆周运动，其路程为 $s = 2t^2$ (SI)，则质点的速率 $v =$ _____，切向加速度大小 $a_t =$ _____，法向加速度大小 $a_n =$ _____，总加速度矢量 $\vec{a} =$ _____。

2. 一个以恒定角加速度转动的圆盘，如果在某一时刻的角速度为 $\omega_1 = 20\pi \text{ rad/s}$ ，再转 60 转后角速度为 $\omega_2 = 30\pi \text{ rad/s}$ ，则角加速度 $\beta =$ _____，转过上述 60 转所需的时间 $\Delta t =$ _____。

3. 一质点作半径为 R 的圆周运动，其路程： $S = \frac{1}{2}kRt^2$ ， k 为常数，则切向加速度为 _____；加速度的大小为 _____。

4. 下列说法正确的是 []

- A 在圆周运动中，加速度的方向一定指向圆心； B
 匀速圆周运动的速度和加速度都恒定不变；
 C 物体作曲线运动，速度的方向一定在运动轨迹的切向方向上，法向分速度恒等于零，因此其法向加速度也一定恒等于零；
 D 物体作曲线运动时，必定有加速度，加速度的法向分量一定不等于零。

5. 下列五种运动形式中， $\vec{a}$ 保持不变的运动是 []

- A 单摆的运动 B 匀速率圆周运动

6. 质点沿半径为 R 的圆周按 $s = v_0 t - \frac{1}{2}bt^2$ 的规律运动，式中 s 为质点离圆周上某点的弧长， v_0 ， b 都是常量，求：(1) t 时刻质点的加速度；(2) t 为何值时，加速度在数值上等于 b 。

7. 飞轮半径为 0.4 m ，自静止启动，其角加速度为 $\beta = 0.2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$ ，求 $t = 2 \text{ s}$ 时边缘上各点的速度、法向加速度、切向加速度和合加速度。

8. 以初速度 $v_0 = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 斜向上抛出一小球, 抛出方向与水平面成 60° 的夹角, 求: (1) 球轨道最高点的曲率半径 R_1 ; (2) 落地处的曲率半径 R_2 。(提示: 利用曲率半径与法向加速度的关系)

子运动的轨迹是_____，取抛出点为原点，x 轴沿 $\vec{v}_0$ 方向，y 轴沿竖直向上方向，石子的轨迹方程是_____。

3. 在相对地面静止的坐标系内，A、B 两船都以 2 m/s 的速率匀速行驶。A 船沿 Ox 轴正方向行驶，B 船沿 Oy 方向轴正方向行驶。今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系，则从 A 船上看 B 船，它对 A 船的速度(SI 单位)为 []
- A $2\vec{i} + 2\vec{j}$ B $-2\vec{i} + 2\vec{j}$ C $-2\vec{i} - 2\vec{j}$ D $2\vec{i} - 2\vec{j}$

4. 思考题：一半径为 R 的圆筒内盛有水，水面低于圆筒的顶部，当它以角速度 ω 绕竖直轴旋转时，水面呈平面还是抛物面？试简单说明。

第三节 相对运动

1. 当一列火车以 10 m/s 的速率向东行驶时，若相对于地面竖直下落的雨滴在列车的窗子上形成的雨迹偏离竖直方向 30° ，则雨滴相对于地面的速率是_____，相对于列车的速率是_____。
2. 一船以速度 $\vec{v}_0$ 在静水湖中匀速沿直线方向航行，一乘客以初速 $\vec{v}_1$ 在船中竖直向上抛出一石子，则站在岸上的观察者看石

质点运动学小结

一、教学要求

掌握位矢、位移、速度、加速度、角速度和角加速度等描述质点运动和运动变化的物理量。能借助于直角坐标系计算质点在平面内运动时的速度、加速度。能计算质点做圆周运动时的角速度、角加速度、切向加速度和法向加速度。

二、内容提要

1. 基本物理量

(1). 位置矢量(运动方程)

$$\mathbf{r} = r(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k},$$

$$\text{速度 } \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$\text{加速度 } \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$$

$$\text{切向加速度 } a_t = \frac{dv}{dt}, \text{ 法向加速度 } a_n = \frac{v^2}{\rho}.$$

(2). 圆周运动的角量描述

$$\theta = \theta(t), \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2},$$

角量与线量的关系

$$\Delta s = r \cdot \Delta\theta, \quad v = \omega r,$$

$$a_t = r\beta, \quad a_n = r\omega^2.$$

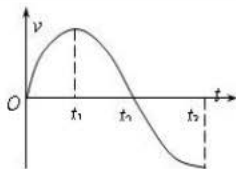
2、相对运动 理解伽利略相对性原理, 理解伽利略坐标、速度变换。

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v}'$$

质点运动学综合练习

1. 一质点在 $x = 10 \text{ m}$ 处, 由静止开始沿 Ox 轴正方向运动, 它的加速度 $a = 6t \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2})$, 经过 5 s 后, 它的位置应该位于 $x = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ 处。
2. 在 x 轴上作变加速直线运动的质点, 已知其初速度为 v_0 , 初始位置为 x_0 , 加速度 $a = Ct^2$ (其中 C 为常量), 则其速度与时间的关系为 $v = \underline{\hspace{2cm}}$, 运动学方程为 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
3. 已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j}$ (SI), 当 $t = 2 \text{ s}$ 时, 加速度的大小为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$; 加速度 $\vec{a}$ 与 x 轴正方向间夹角 $\alpha = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
4. 已知质点的运动方程为 $\vec{r} = 2t^2\vec{i} + \cos \pi t \vec{j}$, 则其速度 $\vec{v} = \underline{\hspace{2cm}}$; 加速度 $\vec{a} = \underline{\hspace{2cm}}$; 当 $t = 1 \text{ s}$ 时, 质点的切向加速度 $a_t = \underline{\hspace{2cm}}$; 法向加速度 $a_n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
5. 质点沿 X 轴作直线运动, 其 $v-t$ 图象为一曲线, 如图所示, 则以下说法正确的是 []

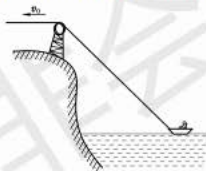
- A $0 \sim t_3$ 时间内质点的位移用 $v-t$ 曲线与 t 轴所围面积绝对值之和表示, 路程用 $v-t$ 曲线与 t 轴所围面积的代数和表示;



- B $0 \sim t_3$ 时间内质点的路程用 $v-t$ 曲线与 t 轴所围面积绝对值之和表示, 位移用 $v-t$ 曲线与 t 轴所围面积的代数和表示;
- C $0 \sim t_3$ 时间内质点的加速度大于零;
- D t_1 时刻质点的加速度不等于零.

6. 在离水面高 h 米的岸上, 有人用绳子拉船靠岸, 船在离岸 S 处, 如图题所示. 当人以 v_0

($m \cdot s^{-1}$) 的速率收绳时, 试求船运动的速度和加速度的大小.



7. 已知一质点作直线运动, 其加速度为 $a = 4 + 3t \text{ m} \cdot s^{-2}$, 开始运动, $x = 5 \text{ m}$, $v = 0$, 求该质点在 $t = 10 \text{ s}$ 时的速度和位置.

8. 由楼窗口以水平初速度 $\vec{v}_0$ 射出一发子弹, 取枪口为原点, 沿 $\vec{v}_0$ 方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 并取发射时刻 $t = 0$, 试求:
- (1) 子弹在任一时刻 t 的位置坐标及轨迹方程;
 - (2) 子弹在 t 时刻的速度, 切向加速度和法向加速度.

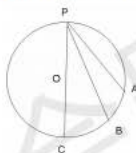
牛顿定律

1. 下面说法正确的是 []

- (A) 合力一定大于分力;
 (B) 物体速率不变, 所以合力为零;
 (C) 速度很大的物体, 运动状态不易改变;
 (D) 质量越大的物体, 运动状态越不易改变。

2. 图中 P 是一个圆轨道的竖直直径 PC 上的端点, 一质点从 P 由静止开始分别沿不同的弦无摩擦下滑时, 则下列有关到达各弦下端所用时间的说法中, 正确的是 []

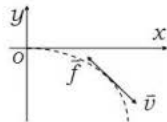
- (A) 到 A 用时间最短。
 (B) 到 B 所用时间最短。
 (C) 到 C 用时间最短。
 (D) 所用时间都一样。



3. 一质量为 2kg 的质点作半径为 $R=8.0\text{m}$ 的圆周运动, 其路程为 $s=2t^2+1(\text{SI})$, 则质点在 $t=2\text{s}$ 时所受到的合力的大小为 []

- (A) $4\sqrt{3}\text{N}$ (B) $8\sqrt{5}\text{N}$ (C) $4\sqrt{5}\text{N}$ (D) 16N

4. 质量为 m 的质点在某高度水平抛出, 所受到的阻力为 $\vec{f} = -k\vec{v}$, 如图所示, 则



质点运动的微分方程为

- (A) $-m \frac{d^2x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt}$ $-m \frac{d^2y}{dt^2} = mg + k \frac{dy}{dt}$
 (B) $m \frac{d^2x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt}$ $m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg - k \frac{dy}{dt}$
 (C) $m \frac{d^2x}{dt^2} = -k \frac{dx}{dt}$ $m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg + k \frac{dy}{dt}$
 (D) $m \frac{d^2x}{dt^2} = k \frac{dx}{dt}$ $-m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg + k \frac{dy}{dt}$

5. 设在 x 坐标轴上运动的质量为 m 的质点, 仅受到 x 方向的力 F 的作用。如果质点某类运动的速度 v 与其所在位置 x 的关系为 $v=v_0+\alpha x$, 其中 α 为一常量, 则 F 与 x 的关系为 $F=$ _____。

6. 一物体质量为 M , 置于光滑水平地板上。今用一水平力 $\vec{F}$ 通过一质量为 m 的绳拉动物体前进, 则物体的加速度 $a=$ _____, 绳作用于物体上的力 $T=$ _____。



7. 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中, 设子弹所受阻力与速度反向, 大小与速度成正比, 比例系数为 K , 忽略子弹的重力, 求:

- (1) 子弹射入沙土后, 速度随时间变化的函数式;
- (2) 子弹进入沙土的最大深度.

9.思考题: 请简要回答在力学这一章节, 大学物理和高中物理的主要区别是什么? (罗列两点) 并简单说说你在学习过程中遇到的困难。

8. 已知质量为 m 的小球在水中竖直下降, 水对小球的浮力为 F , 水对小球的粘滞阻力 $F_R = -kv$, 已知 $t=0$ 时小球的速度为 v_0 , 求小球在水中竖直下降的速度?

动量守恒定律和能量守恒定律

第一节 动量定理 动量守恒定律

1. 以下说法正确的是 []

- A 大力的冲量一定比小力的冲量大;
- B 小力的冲量有可能比大力的冲量大;
- C 速度大的物体动量一定大;
- D 质量大的物体动量一定大.

2. 作匀速圆周运动的物体运动一周后回到原处,这一周期内物体

[]

- A 动量守恒,合外力为零.
- B 动量守恒,合外力不为零.
- C 动量变化为零,合外力不为零,合外力的冲量为零.
- D 动量变化为零,合外力为零.

3. 对于力的冲量的说法,正确的是 []

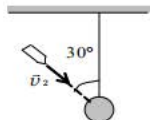
- A 力越大,力的冲量就越大
- B 作用在物体上的力大,力的冲量不一定大
- C F_1 与其作用时间 t_1 的乘积 $F_1 t_1$ 等于 F_2 与其作用时间 t_2 的乘积 $F_2 t_2$, 则这两个冲量相同
- D 静置于水平地面的物体受到水平推力 F 的作用,经过时间 t 仍处于静止,则此推力的冲量为零

4. 质量为 20 g 的子弹,以 400 m/s 的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为 980 g 的摆球中,摆线长度不可伸缩.子弹射入

后开始与摆球一起运动的速率为

[]

- A 2 m/s.
- B 4 m/s.
- C 7 m/s.
- D 8 m/s



5. 设作用在质量为 1 kg 的物体上的力 $F=6t+3$ (SI). 如果物体在这一力的作用下,由静止开始沿直线运动,在 0 到 2.0 s 的时间间隔内,这个力作用在物体上的冲量大小 $I=$

_____.

6. 一物体质量 $M=2$ kg, 在合外力 $F=(3+2t)\vec{i}$ (SI) 的作用下,从静止开始运动,式中 $\vec{i}$ 为方向一定的单位矢量,则当 $t=1$ s 时物体的速度 $\vec{v}_1=$ _____.

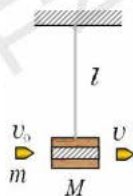
7. 一物体质量为 10 kg, 受到方向不变的力 $F=30+40t$ (SI) 作用,在开始的两秒内,此力冲量的大小等于_____;
若物体的初速度大小为 10 m/s, 方向与力 $\vec{F}$ 的方向相同,则在 2s 末物体速度的大小等于_____.

8. 一质量为 1 kg 的物体,置于水平地面上,物体与地面之间的静摩擦系数 $\mu_0=0.20$, 滑动摩擦系数 $\mu=0.16$. 现对物体施一水平拉力 $F=t+0.96$ (SI), 则 2 秒末物体的速度大小 $v=$ _____.

9. 一小船质量为 100kg , 船头到船尾共长 3.6m 。现有一质量为 50kg 的人从船头走到船尾时, 船将移动多少距离? 假定水的阻力不计。

11. 静水中停着两条质量均为 M 的小船, 当第一条船中的一个质量为 m 的人以水平速度 $\bar{v}$ (相对于地面) 跳上第二条船后, 两船运动的速度各多大? (忽略水对船的阻力)。

10. 质量为 $M=1.5\text{ kg}$ 的物体, 用一根长为 $l=1.25\text{ m}$ 的细绳悬挂在天花板上。今有一质量为 $m=10\text{ g}$ 的子弹以 $v_0=500\text{ m/s}$ 的水平速度射穿物体, 刚穿出物体时子弹的速度大小 $v=30\text{ m/s}$, 设穿透时间极短。求: (1) 子弹刚穿出时绳中张力的大小; (2) 子弹在穿透过程中所受的冲量。



12. 思考题

一人在帆船上用电动鼓风机对帆鼓风, 企图使帆船前进, 但他发觉, 船非但不前进, 反而缓慢后退, 这是为什么?

第二节 功 动能定理

1. 对功的概念有以下几种说法:

- (1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加
 (2) 质点运动经一闭合路径, 保守力对质点作的功为零
 (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零 []

在上述说法中:

- (A) (1)、(2)是正确的 (B) (2)、(3)是正确的
 (C) 只有(2)是正确的 (D) 只有(3)是正确的

2. 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 原长为 l_0 , 将它吊在天花板上。当它下端挂一托盘平衡时, 其长度变为 l_1 。然后在托盘中放一重物, 弹簧长度变为 l_2 , 则由 l_1 伸长至 l_2 的过程中, 弹性力所作的功为 []

- (A) $-\int_{l_1}^{l_2} kx dx$ (B) $\int_{l_1}^{l_2} kx dx$
 (C) $-\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$ (D) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$

3. 用铁锤把质量很小的钉子敲入木板, 设木板对钉子的阻力与钉子进入木板的深度成正比。在铁锤敲打第一次时, 能把钉子敲入 1.00cm。如果铁锤第二次敲打的速度与第一次完全相同, 那么第二次敲入深度为 []

- A 0.41cm; B 0.50cm; C 0.73cm; D 1.00cm.

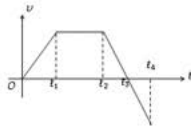
4. 将一个物体提高 10m, 下列哪一种情况下提升力所作的功最小? []

- A 以 5m/s 的速度匀速提升;
 B 以 10 m/s 的速度匀速提升;

- C 将物体由静止开始匀加速提升 10m, 速度增加到 5m/s;
 D 物体以 10m/s 的初速度匀减速上升 10m, 速度减小到 5m/s.

5. 一个作直线运动的物体, 其速度 v 与时间 t 的关系曲线如图所示。设时刻 t_1 至 t_2 间外力做功为 W_1 ; 时刻 t_2 至 t_3 间外力做功为 W_2 ; 时刻 t_3 至 t_4 间外力做功为 W_3 , 则 []

- (A) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 < 0$
 (B) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 > 0$
 (C) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 > 0$
 (D) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 < 0$



6. 某质点在力 $\vec{F} = (4 + 5x)\vec{i}$ (SI) 的作用下沿 x 轴作直线运动, 在从 $x = 0$ 移动到 $x = 10\text{m}$ 的过程中, 力 $\vec{F}$ 所做的功为 _____。

7. 一质点在二恒力共同作用下, 位移为 $\Delta\vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$ (SI); 在此过程中, 动能增量为 24J, 已知其中一恒力 $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 3\vec{j}$ (SI), 则另一恒力所作的功为 _____。

8. 人从 10m 深的井中匀速提水, 桶离开水面时装有水 10kg。若每升高 1m 要漏掉 0.2kg 的水, 则把这桶水从水面提高到井口的过程中, 人力所作的功为 _____。

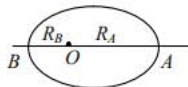
9. 一根特殊弹簧, 在伸长 x 米时, 其弹力为 $(4x + 6x^2)$ 牛顿。

(1) 试求把弹簧从 $x = 0.50$ 米拉长到 $x = 1.00$ 米时, 外力克服弹簧力所作的总功。(2) 将弹簧的一端固定, 在其另一端拴一质量为 2 千克的静止物体, 试求弹簧从 $x = 1.00$ 米回到 $x = 0.50$ 米时物体的速率。(不计重力)

10. 把一质量为 $m = 0.4\text{kg}$ 的物体, 以初速度 $v_0 = 20\text{m/s}$ 竖直向上抛出, 测得上升的最大高度 $H = 16\text{m}$, 求空气对它的阻力 f (设为恒力)。

11. 人造地球卫星质量为 m , 绕质量为 M 的地球做椭圆轨道运动, 如图示。近地点 B 到地球的距离为 R_B , 远地点 A 到地球的距离为 R_A 。求 (1) 卫星在近地点与远地点动能之比;

(2) 从近地点到远地点引力所作的功。



第三节 功能原理 能量守恒定律 碰撞

1. 在两个质点组成的系统中, 若质点之间只有万有引力作用, 且此系统所受外力的矢量和为零, 则此系统 []

- (A) 动量与机械能一定都守恒.
(B) 动量与机械能一定都不守恒.
(C) 动量不一定守恒, 机械能一定守恒.
(D) 动量一定守恒, 机械能不一定守恒.

2. 关于机械能守恒条件和动量守恒条件有以下几种说法, 其中正确的是 []

- (A) 不受外力作用的系统, 其动量和机械能必然同时守恒.
(B) 所受合外力为零, 内力都是保守力的系统, 其机械能必然守恒.
(C) 不受外力, 而内力都是保守力的系统, 其动量和机械能必然同时守恒.

(D) 外力对一个系统做的功为零, 则该系统的机械能和动量必然同时守恒

3. 两个质量相等、速率也相等的粘土球相向碰撞后粘在一起而停止运动. 在此过程中, 由这两个粘土球组成的系统,

- (A) 动量守恒, 动能也守恒. []
(B) 动量守恒, 动能不守恒.
(C) 动量不守恒, 动能守恒.
(D) 动量不守恒, 动能也不守恒.

4. 如图所示, 质量分别为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B, 置于光滑桌面上, A 和 B 之间连有一轻弹簧. 另有质量为 m_1 和 m_2 的物体 C 和 D 分别置于物体 A 与 B 之上, 且物体 A 和 C、B 和 D 之间的摩擦系数均不为零. 首先用外力沿水平方向相向推压 A 和 B, 使弹簧被压缩. 然后撤掉外力, 则在 A 和 B 弹开的过程中,

对 A、B、C、D 弹簧组成的系统

- (A) 动量守恒, 机械能守恒.
(B) 动量不守恒, 机械能守恒.
(C) 动量不守恒, 机械能不守恒.
(D) 动量守恒, 机械能不一定守恒. []



(第 4 题)



(第 5 题)



(第 6 题)

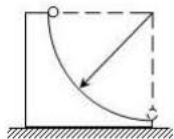
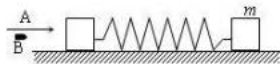
5. 一质量为 M 的弹簧振子, 水平放置且静止在平衡位置, 如图所示. 一质量为 m 的子弹以水平速度 $\vec{v}$ 射入振子中, 并随之一起运动. 如果水平面光滑, 此后弹簧的最大势能为 []

- (A) $\frac{1}{2}mv^2$; (B) $\frac{m^2v^2}{2(M+m)}$;
(C) $(M+m)\frac{m^2}{2M^2}v^2$; (D) $\frac{m^2}{2M}v^2$.

6. 如图, 两木块质量为 m_1 和 m_2 , 由一轻弹簧连接, 放在光滑水平桌面上, 先使两木块靠近而将弹簧压紧, 然后由静止释放. 若在弹簧伸长到原长时, m_1 的速率为 v_1 , 则弹簧原来在压缩状态时所具有的势能是 []

- (A) $\frac{1}{2}m_1v_1^2$. (B) $\frac{1}{2}m_2\frac{m_1+m_2}{m_1}v_1^2$.
(C) $\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_1^2$ (D) $\frac{1}{2}m_1\frac{m_1+m_2}{m_2}v_1^2$.

7. 如图所示，一轻质弹簧劲度系数为 k ，两端各固定一质量均为 M 的物块 A 和 B，放在水平光滑桌面上静止。今有一质量为 m 的子弹沿弹簧的轴线方向以速度 v_0 射入一物块而不复出，求此后弹簧的最大压缩长度。



10. 思考题

有两个同样的物体处在同一位置，其中一个水平抛出，另一个沿斜面无摩擦地自由滑下，问哪个物体先到达地面？到达地面时两者的速率是否相等？

9. 一质量为 m 的小球，由顶端沿质量为 M 的圆弧形木槽自静止下滑，设圆弧形槽的半径为 R （如图所示）。忽略所有摩擦，求（1）小球刚离开圆弧形槽时，小球和圆弧形槽的速度各是多少？（2）小球滑到 B 点时对木槽的压力

动力学内容小结

一、教学要求

1. 掌握牛顿三定律及其适用条件。能用微积分方法求解一维变力作用下简单的质点动力学问题。

3. 掌握功的概念，能计算直线运动情况下变力的功。理解保守力作功的特点及势能的概念，会计算重力、弹性力和万有引力势能。

2. 掌握质点的动能定理和动量定理，通过质点在平面内的运动情况理解角动量（动量矩）和角动量守恒定律，并能用它们分析、解决质点在平面内运动时的简单力学问题。掌握机械能守恒定律、动量守恒定律，掌握运用守恒定律分析问题的思想和方法，能分析简单系统在平面内运动的力学问题。

二、内容提要

1、牛顿三定律(略);

惯性系(略); 非惯性系(略);

惯性力: 平动加速参照系 $F_{\text{惯}} = -ma$

(a 为非惯性系相对惯性系的加速度).

匀速转动参照系的惯性离心力 $F_{\text{惯}} = m\omega^2 r$

2、动量 $P = mv$,

冲量 $I = \int_{t_1}^{t_2} F dt$,

质点及质点系的动量定理 $I = \int_{t_1}^{t_2} F dt = P_2 - P_1$,

动量守恒定律:

(1) $F_{\text{外}} = 0$, $p = \text{恒量}$,

(2) $(F_{\text{外}})_{\text{某方向}} = 0$, $p_{\text{某方向}} = \text{恒量}$,

(3) $F_{\text{外}} \ll f_{\text{内}}$, $p \approx \text{恒量}$

$(F_{\text{外}})_{\text{某方向}} \ll (f_{\text{内}})_{\text{某方向}}$, $p_{\text{某方向}} \approx \text{恒量}$

3、功 $A = \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = \int_A^B F dl \cos \alpha$

$$= \int_A^B F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

功率

$$P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v},$$

动能定理

$$A = \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} = E_{kB} - E_{kA} = mv_B^2/2 - mv_A^2/2$$

保守力

$$E_p = \oint \mathbf{F}_{\text{保}} \cdot d\mathbf{l} = 0,$$

势能

$$E_p = \int_{\text{场点}}^{\text{势能零点}} \mathbf{F}_{\text{保}} \cdot d\mathbf{l},$$

重力势能(以坐标原点为势能零点) $E_p = mgy$

引力势能(以无限远为势能零点) $E_p = -GMm/r$

弹性势能(以无伸长点为势能零点) $E_p = kx^2/2$

势能公式

$$A_{\text{保}} = \int_A^B \mathbf{F}_{\text{保}} \cdot d\mathbf{l} = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p;$$

功能原理

$$A_{\text{外}} + A_{\text{非保内}} = E_2 - E_1 \\ = (E_{k2} + E_{p2}) - (E_{k1} + E_{p1});$$

机械能守恒

条件

$$A_{\text{外}} = 0, A_{\text{非保内}} = 0,$$

结论

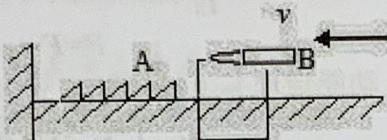
$$E = E_k + E_p = \text{恒量}.$$

综合练习

1. 如图所示的装置中，木块 B 与水平面的接触是光滑的，子弹 A 沿水平方向射入木块后留在木块内，将弹簧压缩到最短。现将子弹、木块和弹簧合在一起作为研究对象（系统），则此系统在子

弹开始射入到弹簧压缩到最短的整个过程中 []

- A 动量守恒, 机械能守恒
B 动量不守恒, 机械能守恒
C 动量守恒, 机械能不守恒
D 动量不守恒, 机械能不守恒



2. 对功的概念有以下几种说法:

- (1) 保守力作正功时系统内相应的势能增加.
(2) 质点运动经一闭合路径, 保守力对质点作的功为零.
(3) 作用力与反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作的功的代数合必为零.

在上述说法中:

[]

- A (1)、(2)是正确的.
B (2)、(3)是正确的.
C 只有(2)是正确的.
D 只有(3)是正确的.

3. 物体 A B 质量相等, 分别由静止开始沿高度相同, 倾角不同的光滑固定斜面下滑, 则物体滑到斜面低端时 []

- A 动量相同
B 动能相同
C 速度相同
D 动量在水平方向的分量相同

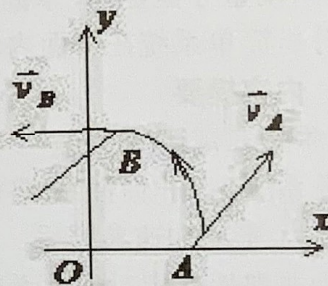
4. 在系统不受外力作用的非弹性碰撞过程中 []

- A 动能和动量都守恒; B 动能和动量都不守恒;
C 动能不守恒、动量守恒; D 动能守恒、动量不守恒.

6. 质量 $m=2\text{kg}$ 的质点在力 $\vec{F} = 12t\vec{i}$ (SI) 的作用下, 从静止出发沿 x 轴正向作直线运动, 求前三秒内该力所作的功_____。

7. 一质点的运动轨迹如图所示. 已知质点的质量为 20g , 在 A、B 二位置处的速率都为 20m/s , $\vec{v}_A$ 与 x 轴成 45° 角, $\vec{v}_B$ 垂直于

y 轴, 求质点由 A 点到 B 点这段时间内, 作用在质点上外力的总冲量_____。



8. 一运动员($m=60\text{kg}$)作立定跳远在平地上可跳 5m , 今让其站在一小车

($M=140\text{kg}$)上以与地面完全相同的姿势作立定向地下跳远, 忽略小车的高度, 则他可跳远_____ m.

9. 光滑水平面上有两个质量相同的小球 A 和 B. A 球静止, B 球以速度 $\vec{v}$ 和 A 球发生碰撞, 碰撞后 B 球速度的大小为 $\frac{1}{2}v$, 方向与 $\vec{v}$ 垂直, 则碰后 A 球与 $\vec{v}$ 夹角为_____。

刚体的转动

第一节 刚体定轴转动 转动定律

1. 有两个力作用在一个有固定转轴的刚体上

(a) 这两个力都平行于轴作用时, 它们对轴的合力矩一定是零
 (b) 这两个力都垂直于轴作用时, 它们对轴的合力矩可能是零
 (c) 当这两个力的合力为零时, 它们对轴的合力矩也一定是零
 (d) 当这两个力对轴的合力矩为零时, 它们的合力也一定是零
 对上述说法, 下列判断正确的是 []

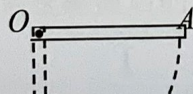
- A 只有(a)是正确的 B 只有(a)、(b)正确
 C 只有(a)、(b)、(c)正确 D 都正确

2. 有两个半径相同, 质量相等的细圆环 A 和 B 。 A 环的质量分布均匀, B 环的质量分布不均匀。它们对通过环心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为 J_A 和 J_B , 则 []

- A $J_A > J_B$ B $J_A < J_B$
 C $J_A = J_B$ D 不能确定 J_A 、 J_B 哪个大

3. 均匀细棒 OA 可绕通过其一端 O 而与棒垂直的水平固定光滑轴转动, 如图所示。今使棒从水平位置由静止开始自由下落, 在棒摆动到竖直位置的过程中, 下述说法哪一种是正确的

- []
 A 角速度从小到大, 角加速度从大到小



4. 下列说法错误的是 []

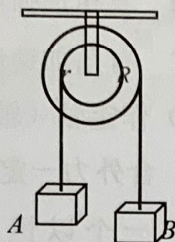
- A 角速度大的物体, 受的合外力矩不一定大;
 B 有角加速度的物体, 所受的合外力矩不可能为零;
 C 有角加速度的物体, 所受合外力一定不为零;
 D 作定轴 (轴过质心) 转动的物体, 不论角加速度多大, 所受合外力一定为零。

5. 一个以恒定角加速度转动的圆盘, 如果在某一时刻的角速度为 ω_1 , 再转 10 转后的角速度为 ω_2 , 则角加速度 $\alpha =$ _____, 转过上述 10 转所需的时间 $\Delta t =$ _____。

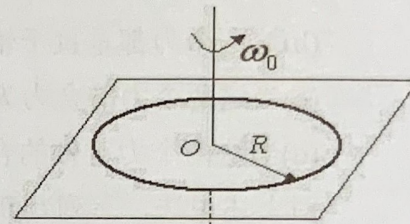
6. 一电唱机的转盘以 n 的转速匀速转动, 则与转轴相距 r 的转盘上的一点 P 的线速度 $v =$ _____, 法向加速度 $a_n =$ _____。
 在电唱机断电后, 转盘在恒定的阻力矩作用下减速, 并在 Δt 内停止转动, 则转盘在停止转动前的角加速度 $\alpha =$ _____, 转过的圈数 $N =$ _____。

7. 一转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 起始角速度为 ω_0 , 设它所受的阻力矩与转动角速度成正比, 即 $M = -k\omega$ (k 为

8. 如图: R 和 r 分别为定滑轮上两个圆轮所对应的半径, 定滑轮两端分别悬挂质量都是 m 的物块 A 和 B , 已知滑轮的转动惯量为 J , 求 A 、 B 两物体的加速度及滑轮的角加速度。



9. 如图所示, 一质量为 m , 半径为 R 的均匀圆环平放在桌面上, 圆环与桌面间的动摩擦因数为 μ , 在 $t=0$ 时, 圆环绕通过圆心并且垂直桌面的转轴以角速度 ω_0 旋转, 求(1)圆环转动过程中摩擦力对转轴的力矩; (2)停止转动所需时间; (3)将圆环换成半径为 R 的均匀圆板, 则圆板转动过程中摩擦力对转轴的力矩。



10. 思考题

如果一个刚体所受合外力为零, 其合外力矩是否也一定为零? 如果刚体所受合外力矩为零, 其合外力是否也一定为零?

第二节 角动量 角动量守恒

1. 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动，卫星近地点和远地点分别为 A 和 B。用 L 和 E_k 分别表示卫星对地心的角动量和动能，则 []

A $L_A > L_B, E_{kA} > E_{kB}$ B $L_A = L_B, E_{kA} < E_{kB}$

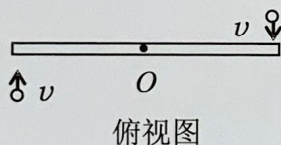
C $L_A = L_B, E_{kA} > E_{kB}$ D $L_A < L_B, E_{kA} < E_{kB}$

2. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动，如图射来两个质量相同，速度大小相同，方向相反并在一条直线上的子弹，子弹射入圆盘并且留在盘内，则子弹射入后的瞬间，圆盘的角速度 ω []

A 增大 B 不变 C 减小 D 不能确定

3. 光滑的水平桌面上，有一长为 $2L$ 、质量为 m 的匀质细杆，可绕过其中点且垂直于杆的竖直光滑固定轴 O 自由转动，其转动惯量为 $\frac{1}{3}mL^2$ ，起初杆静止。

桌面上有两个质量均为 m 的小球，各自在垂直于杆的方向上，正对着杆的一端，以相同速率 v 相向运动，如图所示。当两小球同时与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后，就与杆粘在一起转动，则这一系统碰撞后的转动角速度应为 []



4. 人造地球卫星，绕地球作椭圆轨道运动，地球在椭圆的一个焦点上，则卫星的 []

A 动量不守恒，动能守恒

B 动量守恒，动能不守恒

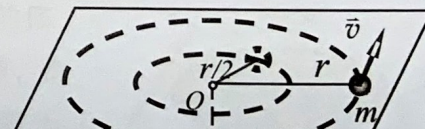
C 对地心的角动量守恒，动能不守恒

D 对地心的角动量不守恒，动能守恒

5. 花样滑冰运动员绕过自身的竖直轴转动，开始时两臂伸开，转动惯量为 J_0 ，角速度为 ω_0 ，然后她将两臂收回，使转动惯量减少为 $\frac{1}{3}J_0$ ，这时她转动的角速度变为 []

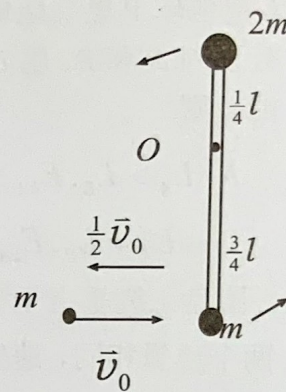
A $\frac{1}{3}\omega_0$ B $\frac{1}{\sqrt{3}}\omega_0$ C $3\omega_0$ D $\sqrt{3}\omega_0$

6. 轻绳一端系着质量为 m 的质点，另一端穿过光滑水平桌面上的小孔 O 用力拉着，质点原来以等速率 v 作半径为 r 的圆周运动，问当拉动绳子向正下方移动到半径为 $r/3$ 时，质点的角速度=_____。



7. 质量为 75 kg 的人站在半径为 2 m 的水平转台边缘, 转台的固定转轴竖直通过台心且无摩擦。转台绕竖直轴的转动惯量为 $3000\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 。开始时整个系统静止, 现人以相对于地面为 $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的速率沿转台边缘行走, 求: 人沿转台边缘行走一周, 回到他在转台上的初始位置所用的时间。

8. 如图所示, 长为 l 的轻杆, 两端各固定质量分别为 m 和 $2m$ 的小球, 杆可绕水平光滑固定轴 O 在竖直面内转动, 转轴 O 距两端分别为 $\frac{1}{4}l$ 和 $\frac{3}{4}l$, 轻杆原来静止在竖直位置。今有一质量为 m 的小球, 以水平速度 $\vec{v}_0$ 与杆下端小球 m 作对心碰撞, 碰后以 $\frac{1}{2}\vec{v}_0$ 的速度返回, 试求碰撞后轻杆所获得的角速度。

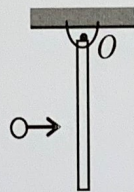


第三节 力矩做功 刚体定轴转动的动能定理

1. 一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动, 盘上站着一个人. 把人和圆盘取作系统, 当此人在盘上随意走动时, 若忽略轴的摩擦, 此系统 []

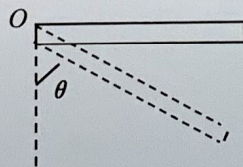
A 动量守恒
B 机械能守恒
C 对转轴的角动量守恒
D 动量、机械能和角动量都守恒
E 动量、机械能和角动量都不守恒

2. 如图所示, 一匀质细杆可绕通过上端与杆垂直的水平光滑固定轴 O 旋转, 初始状态为静止悬挂. 现有一个小球自左方水平打击细杆. 设小球与细杆之间为非弹性碰撞, 则在碰撞过程中对细杆与小球这一系统 []



A 只有机械能守恒
B 只有动量守恒
C 只有对转轴 O 的角动量守恒
D 机械能、动量和角动量均守恒

3. 一长为 l 的匀质细杆, 一端固定, 可绕水平轴在竖直平面内转动, 现将杆拉至水平, 然后轻轻释放, 让其自由转下, 忽略摩擦等影响, 当杆转至与竖直线成 θ 角时, 其角速度为 []



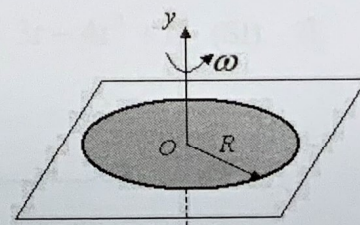
A $(\frac{3g}{l} \sin \theta)^{\frac{1}{2}}$ B $(\frac{3g}{l} \cos \theta)^{\frac{1}{2}}$
C $(\frac{g}{l} \sin \theta)^{\frac{1}{2}}$ D $(\frac{g}{l} \cos \theta)^{\frac{1}{2}}$

4. 一人站在有光滑固定转轴的转动平台上, 双臂伸直水平地举起二哑铃, 在该人把此二哑铃水平收缩到胸前的过程中, 人、哑铃与转动平台组成的系统的:

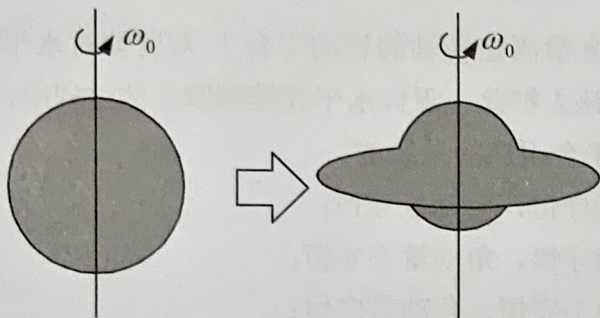
(A) 机械能守恒, 角动量守恒;
(B) 机械能守恒, 角动量不守恒;
(C) 机械能不守恒, 角动量守恒;
(D) 机械能不守恒, 角动量不守恒。

5. 某滑冰运动员转动的角速度原为 ω_0 , 转动惯量为 J_0 , 当他收拢双臂后, 转动惯量减少 $1/4$, 这时他转动的角速度变为 _____; 他若不收拢双臂, 而被另一滑冰运动员施加作用, 使他转动的角速度变为 $\sqrt{2}\omega_0$, 则另一滑冰运动员对他施加力矩所作的功 $W =$ _____。

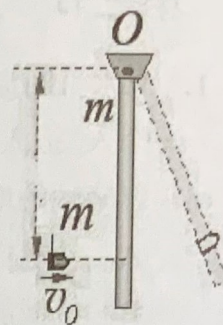
6. 如图, 粗糙水平桌面上有一圆盘, 质量为 m , 半径为 R , 在外力的作用下绕其固定的中心轴 oy 旋转, 角速度为 ω , 撤去外力后在摩擦阻力作用下逐渐变慢至停止, 该过程中摩擦力做功为 _____;



7. 一气体云组成的球状孤立天体, 绕通过球心的自转轴转动, 转动惯量为 I_0 , 角速度为 ω_0 , 由于气体自身的引力作用, 气体云沿径向坍缩, 经过若干年后变为如图所示的形状, 此时它的转动动能为原来的三倍, 则此时它的自转角速度为多少? 相对于自转轴的转动惯量是多少?



8. 一长为 l , 质量为 m 的竿可绕支点 O 自由转动。一质量同为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入竿内距支点为 $\frac{1}{4}l$ 处, 与竿一起转动, 求(1) 两物体开始一起转动时竿的角速度 ω 和子弹速度 v ; (2) 竿的最大偏转角 θ_m 。



9. 思考题

如果一个质点系的总角动量等于零, 能否说此质点系中每一个质点都是静止的? 如果一质点系的总角动量为一常值, 能否说作用在质点系上的合外力为零?

刚体转动小结

一、教学要求:

了解转动惯量概念。理解刚体绕定轴转动的转动定律和刚体在绕定轴转动情况下的角动量守恒定律、动能定理。

二、内容提要

刚体的定轴转动

1. 运动学: 与圆周运动中角量描述相同

2. 动力学:

力矩 $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\mathbf{M} = \sum \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i$, $\mathbf{M} = \int \mathbf{r} \times d\mathbf{F}$

转动惯量 $J_z = \sum r_i^2 \Delta m_i$, $J_z = \int_m r^2 dm$;

转动定律 $\mathbf{M} = d\mathbf{L}/dt$ $M_z = J_z \alpha$;

质点角动量 $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$,

刚体角动量 $\mathbf{L} = J\boldsymbol{\omega}$ $L_z = J_z \omega_z$;

角动量原理 $\int_0^t \mathbf{M} dt = \mathbf{L} - \mathbf{L}_0$; $\int_0^t M_z dt = L_z - L_{0z}$

角动量守恒 $\mathbf{M} = 0$, $\mathbf{L} = \text{恒量}$; $M_z = 0$, $L_z = \text{恒量}$

力矩的功 $A = \int_{\theta_1}^{\theta_2} M_z d\theta$,

功率 $P = dA/dt = M_z \omega$;

转动动能 $E_k = J_z \omega^2 / 2$,

刚体定轴转动的动能定理

$A = \int M_z d\theta = J_z \omega^2 / 2 - J_z \omega_0^2 / 2$

力学测试

一、填空题

1. (本题 2 分)

一质点沿 x 方向运动, 其加速度随时间变化关系为:

$a = 3 + 2t(\text{SI})$, 如果初始时刻质点的速度 $v_0 = 5\text{m/s}$, 则 t

为 3s 时质点的速度为_____。

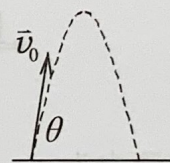
2. (本题 4 分)

一物体作斜抛运动, 初速度 $\bar{v}_0$ 与水平方向夹角为 θ , 如图所示. 物

体轨道最高点处的曲率半径 ρ 为_____。已知质

点的运动学方程为 $\bar{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\bar{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\bar{j}(\text{SI})$

当 $t = 2\text{s}$ 时, 加速度的大小为 $a =$ _____。



3. (本题 4 分)

一个力 F 作用在质量为 1.0kg 的质点上, 使之沿 x 轴运动. 已

知在此力作用下质点的运动学方程为 $x = 3t - 4t^2 + t^3(\text{SI})$. 在

0 到 4s 的时间间隔内,

(1) 力 F 的冲量大小 $I =$ _____。

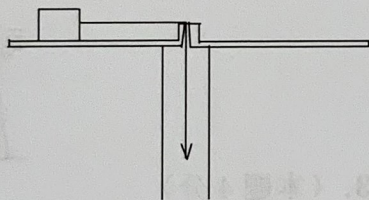
4. (本题 2 分) 一质量为 60 kg 的人起初站在一条质量为 300 kg , 且正以 2 m/s 的速率向湖岸驶近的小木船上, 湖水是静止的, 其阻力不计. 现在人相对于船以一水平速率 v 沿船的前进方向向河岸跳去, 该人起跳后, 船速减为原来的一半, $v =$ _____。

5. (本题 2 分)

质量为 20 g 的子弹沿 X 轴正向以 500 m/s 的速率射入一木块后, 与木块一起仍沿 X 轴正向以 50 m/s 的速率前进, 在此过程中木块所受冲量的大小为 _____。

6. (本题 3 分)

质量为 0.05 kg 的小块物体, 置于一光滑水平桌面上. 有一绳一端连接此物, 另一端穿过桌面中心的小孔 (如图所示). 该物体原以 3 rad/s 的角速度在距孔 0.2 m 的圆周上转动. 今将绳从小孔缓慢往下拉, 使该物体之转动半径减为 0.1 m . 则物体的角速度 $\omega =$ _____。



7. (本题 3 分)

一质量为 m 的轮船受到河水阻力为

$F = -kv$, 设轮船在速度 $\bar{v}_0$ 时关闭

发动机, 则船还能前进的距离为 _____。

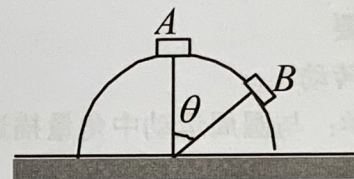
8. (本题 3 分)

一无风的下雨天, 一列火车以 20.0 m/s 的速度匀速前进, 在车内的旅客看见玻璃窗外的雨滴和竖直方向成 45° 角度下降, 则雨滴下落的速度为 _____。

二、选择题

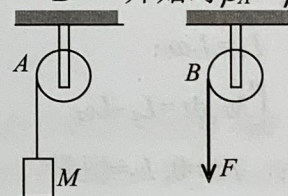
1. 质点的质量为 m , 置于光滑球面的顶点 A 处 (球面固定不动), 如图所示. 当它由静止开始下滑到球面上 B 点时, 它的加速度的大小为

- A $a = 2g(1 - \cos \theta)$. B $a = g \sin \theta$.
C $a = g$ D $a = \sqrt{4g^2(1 - \cos \theta)^2 + g^2 \sin^2 \theta}$



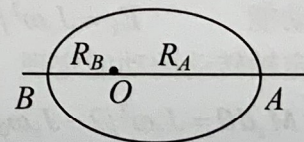
2. 如图所示, A 、 B 为两个相同的绕着轻绳的定滑轮. A 滑轮挂一质量为 M 的物体, B 滑轮受拉力 F , 而且 $F = Mg$. 设 A 、 B 两滑轮的角加速度分别为 β_A 和 β_B , 不计滑轮轴的摩擦, 则有

- A $\beta_A = \beta_B$. B $\beta_A > \beta_B$.
C $\beta_A < \beta_B$. D 开始时 $\beta_A = \beta_B$, 以后 $\beta_A < \beta_B$.



3. 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B . 设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B , 动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} , 则应有

- A $L_B > L_A$, $E_{KA} > E_{KB}$.
B $L_B > L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$.
C $L_B = L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$.
D $L_B < L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$.
E $L_B = L_A$, $E_{KA} < E_{KB}$.



4. 一质量为 60 kg 的人站在一质量为 60 kg 、半径为 1 m 的均匀

圆盘的边缘, 圆盘可绕与盘面相垂直的中心竖直轴无摩擦地转动, 系统原来是静止的。后来人沿圆盘边缘走动, 当他相对圆盘的走动速度为 2m/s 时, 圆盘角速度为

- A 1rad/s ; B 2rad/s ;
C $2/3\text{rad/s}$; D $4/3\text{rad/s}$ 。
5. 对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中哪一种是正确的:
- A 切向加速度必不为零;
B 法向加速度必不为零 (拐点处除外);
C 由于速度沿切线方向, 法向分速度必为零, 因此法向加速度必为零;
D 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零;
E 若物体的加速度 $\vec{a}$ 为恒矢量, 它一定作匀变速率运动。

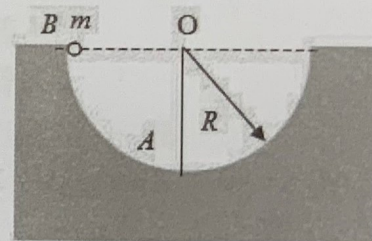
6. 一运动质点在某瞬时位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的端点处, 其速度大小为

- A $\frac{dr}{dt}$ B $\frac{d\vec{r}}{dt}$
C $\frac{d|\vec{r}|}{dt}$ D $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

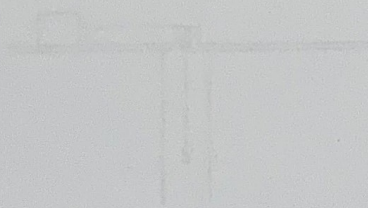
三、质点在 xoy 平面内运动, 其运动方程为 $\vec{r} = 2.0t\vec{i} + (19.0 - 2.0t^2)\vec{j}(\text{SI})$, 试求: (1) 质点的轨迹方程;

(2) $t = 1\text{s}$ 到 $t = 2\text{s}$ 这段时间内质点的平均速度; (3) 任意时刻质点的速度、切向加速度和法向加速度。

四、一质量为 M 的具有半径为 R 的半球形凹槽的物体静止在光滑的水平面上, 凹槽表面也光滑, 现在 B 点放置一质量为 m 的小球, 释放后小球处于最低位置 A 时物体对小球的作用力。



五、一个质量为 m 的雨滴在下落过程中受到空气阻力，阻力大小与速度成正比，比例系数为 k ，以下落点为计时零点，雨滴此时速度为零，求：(1) 雨滴下落速度与时间的关系函数；(2) 雨滴下落的终极速度？



六、在留声机的转盘绕通过盘心垂直盘面的轴以角速度 ω 做匀速转动。放上唱片后，唱片将在摩擦力作用下随转盘一起转动。设唱片的半径为 R ，质量为 m ，它与转盘间的摩擦系数为 μ ，求：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩；(2) 唱片达到角速度 ω 时需要多长时间；(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

解：(1) 唱片与转盘间的摩擦力矩为 M ，则 $M = \int_0^R \mu mg r dr = \frac{1}{2} \mu mg R^2$

(2) 唱片达到角速度 ω 时需要的时间为 t ，则 $t = \frac{M}{I \alpha} = \frac{M}{I \frac{d\omega}{dt}}$

(3) 在这段时间内，转盘的驱动力矩做了多少功？

气体动理论

1. 处于平衡状态的一瓶氢气和一瓶氧气的分子数密度相同, 分子的平均平动动能也相同, 则它们: []

- A 温度, 压强都不相同
- B 温度相同, 但氢气压强大于氧气压强
- C 温度, 压强均相同
- D 温度相同, 但氢气压强小于氧气压强

2. 一瓶氢气和一瓶氮气密度相同, 分子平均平动动能相同, 而且都处于平衡状态, 则它们: []

- A 温度相同、压强相同。
- B 温度、压强都不同。
- C 温度相同, 但氢气的压强大于氮气的压强。
- D 温度相同, 但氢气的压强小于氮气的压强。

3. 有一截面均匀的封闭圆筒, 中间被一光滑的活塞分隔成两边, 如果其中的一边装有 0.1 kg 某一温度的氢气, 为了使活塞停留在圆筒的正中央, 则另一边应装入同一温度的氧气的质量为: []

- A (1/16)kg
- B 0.8 kg
- C 1.6 kg
- D 3.2 kg

4. 关于温度的意义, 有下列几种说法:

- (1) 温度的高低反映物质内部分子运动剧烈程度的不同。
- (2) 气体的温度是分子平均平动动能的量度。
- (3) 从微观上看, 气体的温度表示每个气体分子的冷热程度。
- (4) 气体的温度是大量气体分子热运动的集体表现, 具有统计意义。

这些说法中正确的是: []

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

5. 1 mol 刚性双原子分子理想气体, 当温度为 T 时, 其内能为 []

- (A) $\frac{3}{2}RT$.
- (B) $\frac{3}{2}kT$.
- (C) $\frac{5}{2}RT$
- (D) $\frac{5}{2}kT$.

(式中 R 为普适气体常量, k 为玻尔兹曼常量)

6. 两容器内分别盛有氢气和氦气, 若它们的温度和质量分别相等, 则: []

- (A) 两种气体分子的平均平动动能相等。
- (B) 两种气体分子的平均动能相等。
- (C) 两种气体分子的平均速率相等。
- (D) 两种气体的内能相等。

7. 标准状态下, 若氧气和氢气的体积比 $V_1/V_2 = 1/2$, 则其内能 E_1/E_2 为: []

- A 1/2;
- B 5/6;
- C 3/2;
- D 1/3.

8. 理想气体的内能是状态的单值函数, 下面对理想气体内能的理解错误的是 []

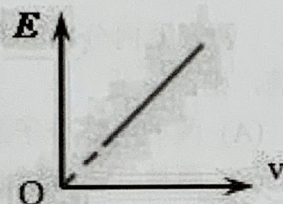
- (A) 气体处于一定状态, 就具有一定的内能;
- (B) 对应于某一状态的内能是可以直接测量的;
- (C) 当理想气体的状态发生变化时, 内能不一定随之变化;
- (D) 只有当伴随着温度变化的状态变化时, 内能才发生变化;

9. 一定量的理想气体贮于某一容器中, 温度为 T , 气体分子的质量为 m . 根据理想气体的分子模型和统计假设, 分子速度在 x 方向的分量平方的平均值 []

A $\overline{v_x^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ B $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{3kT}{m}}$
C $\overline{v_x^2} = 3kT/m$ D $\overline{v_x^2} = kT/m$

10. 如图所示为定量理想气体内能 E 随体积 V 的变化关系, 则此直线表示的过程为 []

- A 等压过程;
B 绝热过程;
C 等温过程;
D 等容过程.

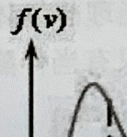


11. 已知一定量的某种理想气体, 在温度为 T_1 与 T_2 时的分子最概然速率分别为 v_{p1} 和 v_{p2} , 分子速率分布函数的最大值分别为 $f(v_{p1})$ 和 $f(v_{p2})$. 若 $T_1 > T_2$, 则 []

- (A) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$.
(B) $v_{p1} > v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.
(C) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$.
(D) $v_{p1} < v_{p2}$, $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$.

12. 麦克斯韦速率分布曲线如图所示, 图中 A、B 两部分面积相等, 则该图表示: []

A v_0 为最可几速率.



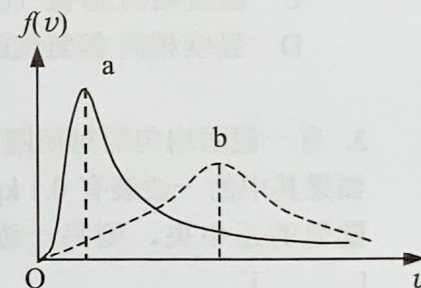
D v_0 为方均根速率.

13. 设图示的两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线; 令 $(v_p)_{O_2}$ 和 $(v_p)_{H_2}$ 分别表示氧气和氢气的最概然速率, 则 []

- A、图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 4$.
B、图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 1/4$.
C、图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 1/4$.
D、图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线; $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 4$.

14. 设某种气体的分子速率分布函数为 $f(v)$, 则速率在 $v_1 - v_2$ 区间内的分子的平均速率为 []

- A $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$.
B $v \int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$.
C $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv / \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$.
D $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv / \int_0^{\infty} f(v) dv$.



15. 汽缸内盛有一定的理想气体, 当温度不变, 压强增大一倍时, 该分子的平均碰撞频率和平均自由程的变化情况是:

- []
A 都增大一倍;
B 都减为原来的一半.

16. 在一个体积不变的容器中, 储有一定量的理想气体, 温度为 T_0 时, 气体分子的平均速率为 $\bar{v}_0$, 分子平均碰撞次数为 $\bar{Z}_0$, 平均自由程为 $\bar{\lambda}_0$. 当气体温度升高为 $4T_0$ 时, 气体分子的平均速率 $\bar{v}$, 平均碰撞频率 $\bar{Z}$ 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 分别为: []

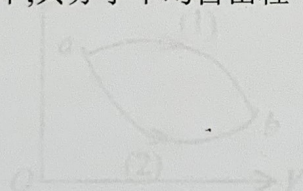
(A) $\bar{v} = 4\bar{v}_0$, $\bar{Z} = 4\bar{Z}_0$, $\bar{\lambda} = 4\bar{\lambda}_0$.

(B) $\bar{v} = 2\bar{v}_0$, $\bar{Z} = 2\bar{Z}_0$, $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$.

(C) $\bar{v} = 2\bar{v}_0$, $\bar{Z} = 2\bar{Z}_0$, $\bar{\lambda} = 4\bar{\lambda}_0$.

(D) $\bar{v} = 4\bar{v}_0$, $\bar{Z} = 2\bar{Z}_0$, $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_0$.

17. 理想气体等容过程中, 其分子平均自由程与温度的关系为_____, 理想气体等压过程中, 其分子平均自由程与温度的关系为_____.

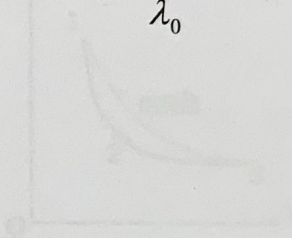


18. 已知某种理想气体, 其分子方均根速率为 400m/s , 当气体压强为 1atm 时, 求气体的密度。

19. 封闭容器中装有 2g 氢气, 其温度为 127°C , 试求 (1) 气体分子的平均平动动能; (2) 气体分子的平均动能; (3) 气体的内能。

20. 一定量的理想气体, 经等温过程从压强 P_0 增至 $2P_0$, 则描述分子运动的下列各量与原来的量值之比: 平均自由程 $\frac{\bar{\lambda}}{\bar{\lambda}_0}$ 、平均

速率 $\frac{\bar{v}}{\bar{v}_0}$ 、平均动能 $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_{K0}}$ 各为多少?



21. 已知空气分子的有效直径 $d=3.5 \times 10^{-10} \text{m}$, 空气分子的摩尔质量为 $M=29 \times 10^{-3} \text{kg/mol}$, 计算空气分子在标准状态下的几个物理量。

- (1) 单位体积分子数 $n = ?$ (2) 平均速率 (3) 平均碰撞频率
(4) 平均自由程 (5) 平均平动动能

22. 容积为 20.0 L (升) 的瓶子以速率 $v = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 匀速运动, 瓶子中充有质量为 100g 的氦气. 设瓶子突然停止, 且气体的全部定向运动动能都变为气体分子热运动的动能, 瓶子与外界没有热量交换, 求热平衡后氦气的温度、压强、内能及氦气分子的平均动能各增加多少? (摩尔气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 玻尔兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)

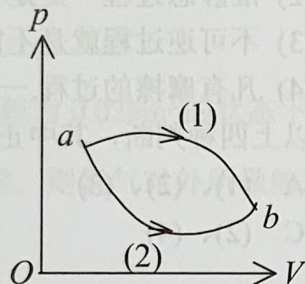
热力学基础

1. 一定量的理想气体, 经历某过程之后, 它的温度升高了, 则可以断定: []

- (A) 该理想气体系统在此过程中做了功;
- (B) 在此过程中外界对该理想气体系统做了正功;
- (C) 该理想气体系统的内能增加了;
- (D) 在此过程中该理想气体系统既从外界吸收了热量, 又对外做了正功。

2. 1 mol 理想气体从 $p-V$ 图上初态 a 分别经历如图所示的(1) 或(2) 过程到达末态 b . 已知 $T_a < T_b$, 则这两过程中气体吸收的热量 Q_1 和 Q_2 的关系是: []

- (A) $Q_1 > Q_2 > 0$.
- (B) $Q_2 > Q_1 > 0$.
- (C) $Q_2 < Q_1 < 0$.
- (D) $Q_1 < Q_2 < 0$.
- (E) $Q_1 = Q_2 > 0$.



3. 两个相同的刚性容器, 一个盛有氢气, 一个盛有氦气 (均视为刚性分子理想气体)。开始时它们的压强温度都相同, 现将 6J 热量传给氦气, 使之升高到一定的温度。若使氢气也升高相同的温度, 则向氢气传递的热量为: []

- (A) 6 J
- (B) 3 J
- (C) 5 J
- (D) 10 J

4. 对于室温下的双原子分子理想气体, 在等压膨胀的情况下,

系统对外所做的功与从外界吸收的热量之比等于: []

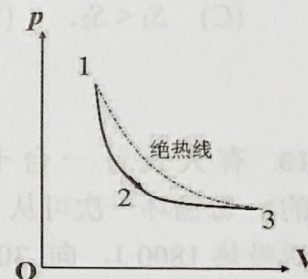
- A 1/3
- B 1/4
- C 2/5
- D 2/7

5. 一定量的理想气体, 起始温度为 T , 体积为 V_0 . 后经历绝热过程, 体积变为 $2V_0$. 再经过等压过程, 温度回升到起始温度. 最后再经过等温过程, 回到起始状态. 则在此循环过程中 []

- (A) 气体从外界净吸的热量负值.
- (B) 气体对外界净作的功为正值.
- (C) 气体从外界净吸的热量正值.
- (D) 气体内能减少.

6. 如图所示, 理想气体在经历 123 的过程中, 应该是: []

- A 吸热, 内能增加;
- B 吸热, 内能减少;
- C 放热, 内能减少;
- D 放热, 内能增加.

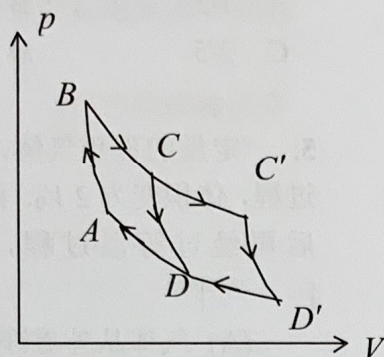


7. 一台工作于温度分别为 327°C 和 27°C 的高温热源和低温热源之间的卡诺热机, 每经历一个循环吸热为 2000 J, 则对外做功为: []

- A 2000 J
- B 1000 J
- C 4000 J
- D 500 J

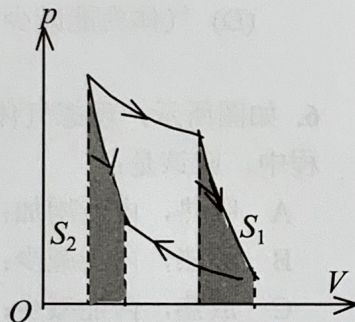
8. 如图表示的两个卡诺循环, 第一个沿 $ABCD A$ 进行, 第二个沿 $ABC'D'A$ 进行, 这两个循环的效率 η_1 和 η_2 的关系及这两个循环所作的净功 W_1 和 W_2 的关系是

- (A) $\eta_1 = \eta_2, W_1 = W_2$
 (B) $\eta_1 > \eta_2, W_1 = W_2$
 (C) $\eta_1 = \eta_2, W_1 > W_2$
 (D) $\eta_1 = \eta_2, W_1 < W_2$



9. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小(图中阴影部分)分别为 S_1 和 S_2 , 则二者的大小关系是:

- (A) $S_1 > S_2$. (B) $S_1 = S_2$.
 (C) $S_1 < S_2$. (D) 无法确定.



10. 有人设计一台卡诺热机(可逆的). 每循环一次可从 400 K 的高温热源吸热 1800 J , 向 300 K 的低温热源放热 800 J . 同时对外做功 1000 J , 这样的设计是

- (A) 可以的, 符合热力学第一定律.
 (B) 可以的, 符合热力学第二定律.
 (C) 不行的, 卡诺循环所作的功不能大于向低温热源放出的热量.
 (D) 不行的, 这个热机的效率超过理论值.

- (1) 功可以完全变为热量, 而热量不能完全变为功;
 (2) 一切热机的效率都只能够小于 1;
 (3) 热量不能从低温物体向高温物体传递;
 (4) 热量从高温物体向低温物体传递是不可逆的.

以上这些叙述

- (A) 只有(2)、(4)正确. (B) 只有(2)、(3)、(4)正确
 (C) 只有(1)、(3)、(4)正确. (D) 全部正确.

12. 关于可逆过程和不可逆过程的判断:

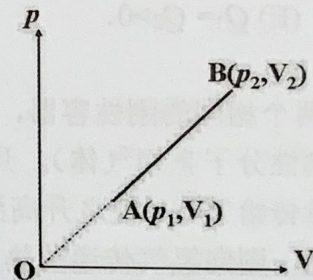
- (1) 可逆热力学过程一定是准静态过程.
 (2) 准静态过程一定是可逆过程.
 (3) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程.
 (4) 凡有摩擦的过程, 一定是不可逆过程.

以上四种判断, 其中正确的是

- A (1)、(2)、(3) B (1)、(2)、(4)
 C (2)、(4) D (1)、(4)

13. 如右图所示, 1 mol 的单原子分子理想气体从初态 A 开始沿

直线变到末态 B 时, 对外界做功为_____, 其内能的改变量为_____, 从外界吸收的热量为_____。



14. 设气体质量均为 M , 摩尔质量均为 M_{mol} 的三种理想气体, 定容摩尔热容为 C_V , 分别经等容过程(脚标 1)、等压过程(脚标 2)和绝热过程(脚标 3), 温度升高均为 ΔT , 则内能变化分别为

$$\Delta E_1 = \underline{\hspace{2cm}}, \Delta E_2 = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$\Delta E_3 = \underline{\hspace{2cm}}; \text{从外界吸收的热量分别为}$$

$$Q_1 = \underline{\hspace{2cm}}, \quad Q_2 = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$Q_3 = \underline{\hspace{2cm}}; \text{对外做功分别为 } W_1 = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$W_2 = \underline{\hspace{2cm}}, W_3 = \underline{\hspace{2cm}}.$$

15. 1 mol 氢气在温度为 300K, 体积为 0.025m^3 的状态下经过绝热膨胀, 气体体积变为原来的 2 倍。则氢气对外所做的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

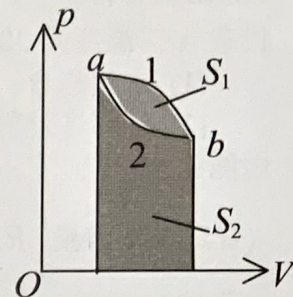
16. 压强、体积和温度都相同的氢气和氦气(均视为刚性分子的理想气体), 它们的质量之比为 $m_1 : m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, 它们的内能之比为 $E_1 : E_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, 如果它们分别在等压过程中吸收了相同的热量, 则它们对外作功之比为 $W_1 : W_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(各量下角标 1 表示氢气, 2 表示氦气)

17. 一定量理想气体, 从同一状态开始使其体积由 V_1 膨胀到 $2V_1$, 分别经历以下三种过程: (1) 等压过程; (2) 等温过程; (3) 绝热过程。其中: $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程气体对外作功最多; $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程气体内能增加最多; $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程气体吸收的热量最多。

18. 如图所示, 已知图中画不同斜线的两部分的面积分别为 S_1 和 S_2 , 那么

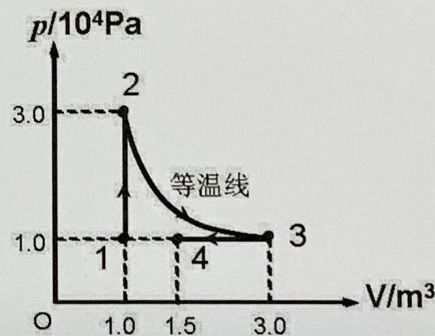
(1) 如果气体的膨胀过程为 $a-1-b$, 则气体对外做功 $W = \underline{\hspace{2cm}}$;

(2) 如果气体进行 $a-2-b-1-a$ 的循环过程, 则它对外做功 $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



19. 热力学第二定律开尔文表述指出了自然界中的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程是不可逆的; 而克劳修斯表述指出了 $\underline{\hspace{2cm}}$ 过程不可逆。

20. 一定量的理想气体 N_2 , 如图, 求经历 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ 过程后系统的 Q 、 ΔE 及 W 。

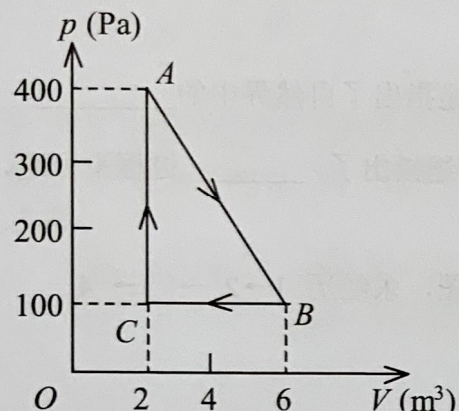


21. 比热容比 $\gamma = 1.40$ 的理想气体, 进行如图所示的 ABCA 循环, 状态 A 的温度为 300 K.

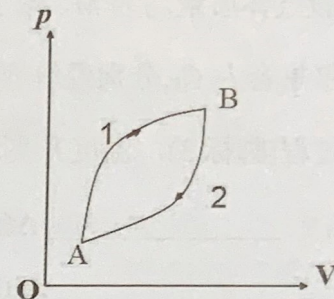
(1) 求状态 B、C 的温度;

(2) 计算各过程中气体所吸收的热量、气体所作的功和气体内能的增量.

(普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)



22. 一定量的某种理想气体吸热 900 J, 对外做功 500 J, 由状态 A 沿过程 1 变化到状态 B, 如图所示。(1) 试问其内能改变了多少? (2) 如气体沿过程 2 从状态 B 回到状态 A 时, 外界对其做功 300 J, 试问气体放出多少热量? (3) 循环过程 A1B2A 的效率是多少?



静电场

第一节 库仑定律 电场强度

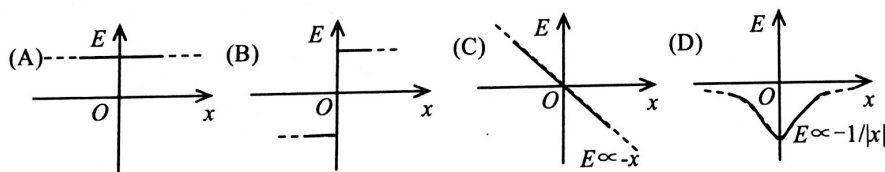
1. 关于电场强度定义式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$, 下列说法正确的是 []

- A 电场强度 $\vec{E}$ 的大小与试验电荷 q_0 的大小成反比;
 B 在电场中某一点, 试验电荷受力 $\vec{F}$ 与 q_0 的比值不因 q_0 而变;
 C 试验电荷受力 $\vec{F}$ 的方向就是电场强度 $\vec{E}$ 的方向;
 D 若电场中某点不存在试探电荷 q_0 , 则 $\vec{F} = 0$, 从而 $\vec{E} = 0$.

2. 在边长为 a 的正立方体中心处放置一电量为 Q 的点电荷, 则正立方体顶角处的电场强度的大小为: []

- A $\frac{Q}{12\pi\epsilon_0 a^2}$; B $\frac{Q}{6\pi\epsilon_0 a^2}$; C $\frac{Q}{3\pi\epsilon_0 a^2}$; D $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$

3. 设有一“无限大”均匀带正电荷的平面. 取 x 轴垂直带电平面, 坐标原点位于带电平面上, 则其周围空间各点的电场强度 E 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为(规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负): []

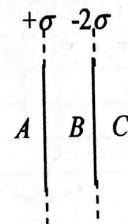


4. 两个平行的无限大均匀带电平面, 其电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 -2σ , 如图所示, 则 A 、 B 、 C 三个区域的电场强度分别为:

$$E_A = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$E_B = \underline{\hspace{2cm}},$$

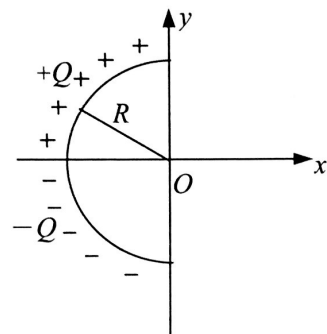
$$E_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (设方向向右为正).}$$



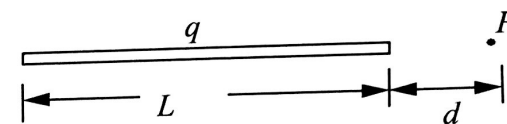
5. 将一根电荷线密度为 λ 的均匀带电绝缘细线围成边长为 l 的正方形线框, 则在正方形中心处的电场强度大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$.

6. 一个电荷线密度为 λ 的均匀带正电圆环, 如果在圆环上截掉长度为 l 的一段 ($l \ll$ 圆环半径 R), 求圆心处电场强度的大小和方向.

7. 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形，沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$ ，沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$ ，如图所示。试求圆心 O 处的电场强度的大小和方向。



8. 如图所示，真空中一长为 L 的均匀带电细直杆，总电量为 q ，试求在直杆延长线上距杆的一端距离为 d 的 P 点处的电场强度。



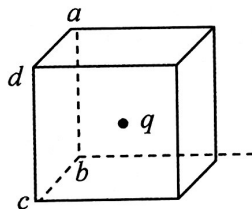
第二节 电通量 高斯定律

1. 根据高斯定理 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q / \epsilon_0$ 可知下述各种说法中, 正确的是: []

- A 闭合面内电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强一定为零.
 B 闭合面内电荷代数和不为零时, 闭合面上各点场强一定处处不为零.
 C 闭合面内电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强不一定处处为零.
 D 闭合面上各点场强均为零时, 闭合面内一定处处无电荷.

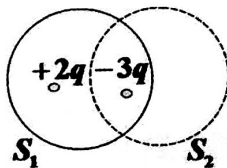
2. 如图所示, 一个电量为 q 的点电荷位于立方体的中心, 则通过侧面 $abcd$ 的电通量等于: []

- A $\frac{q}{6\epsilon_0}$. B $\frac{q}{12\epsilon_0}$.
 C $\frac{q}{24\epsilon_0}$. D $\frac{q}{48\epsilon_0}$.

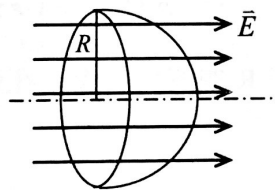


3. 如图所示, 两个高斯面的电通量正确的是 []

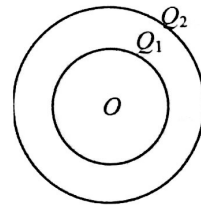
- A $\Phi_{S_1} = \frac{2q}{\epsilon_0}$. B $\Phi_{S_1} = \frac{-q}{\epsilon_0}$.
 C $\Phi_{S_2} = \frac{q}{\epsilon_0}$. D $\Phi_{S_2} = 0$.



4. 半径为 R 的半球面置于场强为 $\vec{E}$ 的均匀电场中, 其对称轴与场强方向一致, 如图所示. 则通过该半球面的电场强度通量为 _____.



5. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径 R_1 带电荷 Q_1 , 外球面半径 R_2 带电荷 Q_2 , 使用高斯定理求空间各处场强的大小



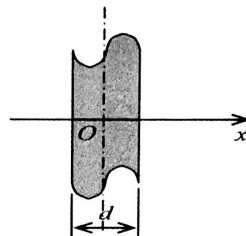
6. 两个“无限长”内外半径分别为 R_1 和 R_2 的共轴圆柱面, 均匀带电, 沿轴线方向单位长度带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在外圆柱面外面、距离轴线为 r 处的电场强度大小 E 为多少?

7. 一非均匀带电球体电荷密度的分布可以表示为:

$$\rho(r) = \rho_0(1 - r/R) \quad r \leq R \quad \rho_0 = 3Q/\pi R^3 \quad \rho(r) = 0 \quad r \geq R, \text{ 求电场强度}$$

随 R 的变化关系, 在什么位置电场强度有极大值?

8. 图示一厚度为 d 的“无限大”均匀带电平板, 电荷体密度为 ρ . 试求板内外的场强分布, 并画出场强随坐标 x 变化的图线, 即 $E-x$ 图线(设原点在带电平板的中央平面上, Ox 轴垂直于平板).



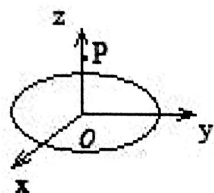
9. 思考题

如果在一个曲面上每点的场强均为零, 那么穿过此曲面的电场强度通量也为零吗? 如果穿过曲面的电场强度通量为零, 那么, 能否说此曲面上每一点的场强也必为零呢?

第三节 电势 电势能

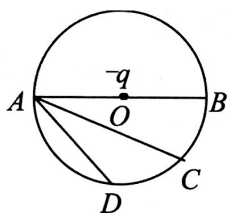
1. 有 N 个电量均为 q 的点电荷，以两种方式分布在相同半径的圆周上：一种是无规则地分布，另一种是均匀分布。比较这两种情况下，过圆心 O 并垂直于圆平面的 z 轴上任一点 P (如图所示) 的场强与电势，则有 []

- A 场强相等，电势相等。
B 场强不等，电势不等。
C 场强分量 E_z 相等，电势相等。
D 场强分量 E_z 相等，电势不等。

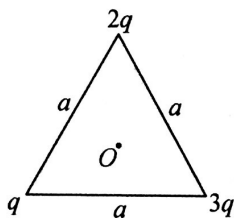


2. 点电荷 $-q$ 位于圆心 O 处， A 、 B 、 C 、 D 为同一圆周上的四点，如图所示。现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B 、 C 、 D 各点，则 []

- 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。

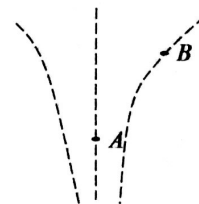


3. 如图所示，一等边三角形边长为 a ，三个顶点上分别放置着电量为 q 、 $2q$ 、 $3q$ 的正点电荷，设无穷远处为电势零点，则三角形中心 O 处的电势 $V=$ _____。

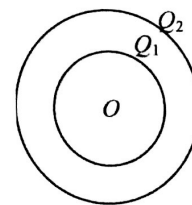


4. 把一个均匀带有电荷 $+Q$ 的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2 ，则半径为 R ($r_1 < R < r_2$) 的球面上任一点的场强大小 E 由 _____ 变为 _____；电势 V 由 _____ 变为 _____ (选无穷远处为电势零点)。

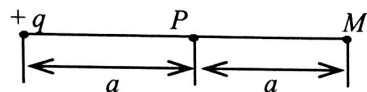
5. 如图所示，虚线表示等势面，则 E_A _____ E_B ，(填写 “>” “<” 或 “=”) 如果 A 点有带正电的电荷点运动到 B 电场力做正功，则 V_A _____ V_B (填写 “>” “<” 或 “=”)。



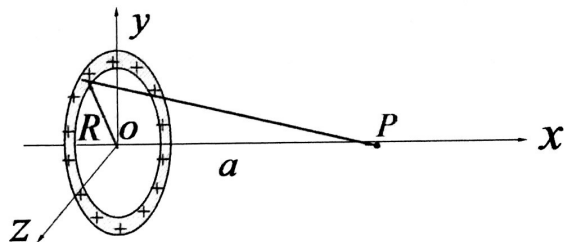
6. 如图所示，两个同心的均匀带电球面，内球面半径 R_1 带电荷 Q_1 ，外球面半径 R_2 带电荷 Q_2 ，求空间各处的电势 (设无穷远为电势零点)。



7. 在点电荷 $+q$ 的电场中，若取图中 P 点处为电势零点，求 M 点电势。



8. 图示为一个均匀带电的圆环，其电荷线密度为 λ ，半径为 R ，设无穷远处为电势零点，求(1)圆环中轴线 OX 上距离 O 点为 a 处的电势 V_a 。(2)一个电量为 q 的点电荷沿着中轴线从距离 O 点为 a 处运动到距离 O 点为 b 的地方，求电场力所做的功 W



9. 思考题

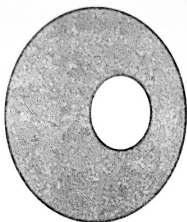
电荷 q 从电场的 A 点移到 B 点，若使 B 点的电势比 A 点的电势低，而 B 点的电势能又比 A 点的电势能要大，这可能吗？为什么？

静电场中的导体与电介质

第一节 静电场中的导体 (1)

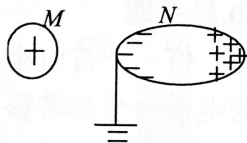
1. 一球形导体球内有一球形空腔, 两者的球心不重合, 如图所示, 如果将某正电荷置于空腔的球心处, 则导体球表面的感应电荷密度: []

- A 内、外球面上都不均匀
- B 在内球面上是均匀的, 外球面上不均匀
- C 在内球面上不均匀的, 外球面上是均匀
- D 内、外球面上都均匀



2. 一带正电荷的物体 M , 靠近一原不带电的金属导体 N , N 的左端感生出负电荷, 右端感生出正电荷. 若将 N 的左端接地, 如图所示, 则 N 上的电荷如何变化? []

- A N 上的负感应电荷被大地电荷中和;
- B N 上有正感应电荷被大地电荷中和;
- C N 上的感应电荷分布不变;
- D N 上不再有感应电荷。



3 任意带电体在导体体内(不是空腔导体的腔内)_____(填: 会或不会)产生电场, 处于静电平衡下的导体, 空间所有电荷(含感应电荷)在导体体内产生电场的_____(填: 矢量和标量)叠加为零。

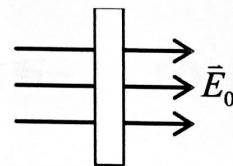
4. 处于静电平衡下的导体_____(填: 是或不是)等势

体, 导体表面_____(填: 是或不是)等势面, 导体表面附近的电场线与导体表面相互_____, 导体体内的电势_____(填: 大于, 等于或小于) 导体表面的电势。

5. 一点电荷电量为 $-2.0\mu\text{C}$ 位于导体球壳的球心处, 球壳内外半径分别是 4 和 6cm, 球壳外是均匀带电的绝缘体, 所带电荷密度为 $3.75 \times 10^{-4}\text{C/m}^3$, 则距离点电荷 9cm 处的电场强度是_____。

6. 电量为 $-Q$ 的点电荷置于一金属空腔 (电中性) 内, 则空腔外表面的净电荷总量是_____, 如果空腔外侧与地面通过导线连接, 则空腔表面的净电荷总量是_____。

7. 一带电大导体平板, 板的两表面电荷面密度之和为 σ , 置于电场强度为 E_0 的均匀电场中, 平板法线与外场平行, 设外电场分布不因导体的引入而改变, 则板附近左右两侧的合场强分别为_____、_____。



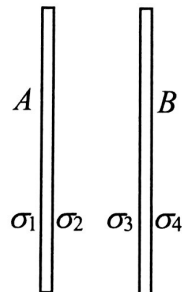
8. 两个同心球壳, 小球壳的内外径分别为 a 、 b , 大球壳的内外径为 c 、 d , 小球壳带电 $+2Q$, 大球壳带电 $+4Q$ 。求下列区域的电场强度。

1) $a < r < b$, 2) $c < r < d$, 3) $r > d$

9. 如图所示, 面积均为 $S=0.1\text{m}^2$ 的两金属平板 A, B 平行对称放置, 间距为 $d=1\text{mm}$, 今给 A, B 两板分别带电 $Q_1=3.54 \times 10^{-9}\text{C}$, $Q_2=1.77 \times 10^{-9}\text{C}$. 忽略边缘效应,

求: (1) 两板共四个表面的面电荷密度 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$;

(2) 两板间的电势差 $V=U_A-U_B$.



10. 思考题

将一个带电小金属与一个不带电的大金属球相接触, 小球上的电荷会全部转移到大球上去吗?

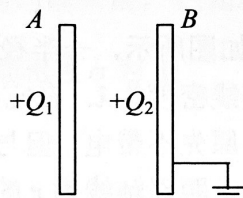
第一节 静电场中的导体 (2)

1. 在导体的某个区域分布有密度 σ 的负电荷, 那么在该区域靠近导体的一侧, 电力线的方向为: []

- A 指向导体的外表面。
B 指向导体的内表面。
C 与导体表面平行。
D 无法确定。

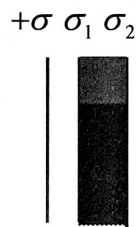
2. A 、 B 为两导体大平板, 面积均为 S , 平行放置, 如图所示. A 板带电荷 $+Q_1$, B 板带电荷 $+Q_2$, 如果使 B 板接地, 则 AB 间电场强度的大小 E 为: []

- A $\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}$. B $\frac{Q_1 - Q_2}{2\epsilon_0 S}$.
C $\frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$. D $\frac{Q_1 + Q_2}{2\epsilon_0 S}$.



3. 一无限大均匀带电平面 A , 所带电荷面密度为 σ , 在附近放入一厚度为 d 的无限大导体, 两导体面平行, 则导体 B 上的两个面上的感生电荷面密度分别为: []

- A、 $\sigma_1 = -\sigma$ $\sigma_2 = +\sigma$
B、 $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$ $\sigma_2 = \frac{1}{2}\sigma$
C、 $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$ $\sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$
D、 $\sigma_1 = -\sigma$ $\sigma_2 = 0$



4. 在一个孤立的导体球壳内在偏离球心处放入一点电荷, 则在球壳内外将出现感应电荷, 其分布将是: []

- A、内表面均匀, 外表面也均匀。
B、内表面不均匀, 外表面均匀。
C、内表面均匀, 外表面不均匀。
D、内表面不均匀, 外表面不均匀。

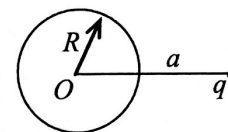
5. 一椭球形金属导体的两点 a 、 b 的电荷面密度分别为 σ_1, σ_2 , 则 a 点附近的导体内外的电场强度分别是: _____, 若 $\sigma_1 > \sigma_2$, 则曲率较大的点是_____点。

6. 两个同心薄导体球壳, 半径分别是 R_1, R_2 ($R_1 < R_2$), 分别带有电量 q_1 和 q_2 , 现用导线将两球连接, 则连接后的导体球的电势为_____。(以无限远处为势能零点)。

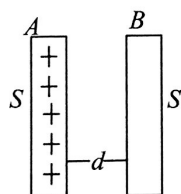
7. 一厚度为 d 的无限大导体平板, 电荷面密度为 σ , 则板的两侧距板平面为 h 的两点 a 和 b 的电势差为_____。

8. 一孤立金属球, 带有电荷 $1.2 \times 10^{-8} \text{ C}$, 已知当电场强度的大小为 $3 \times 10^6 \text{ V/m}$ 时, 空气将被击穿. 若要空气不被击穿, 则金属球的半径至少大于多少?

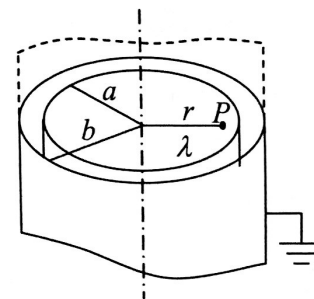
10. 真空中一半径为 R 的未带电的导体球, 在离球心 O 的距离为 a 处($a > R$)放一点电荷 q , 如图所示. 设无穷远处电势为零, 则导体球的电势等于多少?



9. 如图, 把一块原来不带电的金属板 B , 移近一块已带有正电荷 Q 的金属板 A , 平行放置. 设两板面积都是 S , 板间距离是 d , 忽略边缘效应. 当 B 板不接地时, 两板间电势差 $U_{AB} = ?$ B 板接地时两板间电势差 $U'_{AB} = ?$



11. 如图所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其电荷线密度为 λ . 在它外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与地连接. 设地的电势为零, 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分布为多少?



第二节 静电场中的电介质

1. 关于介质中的高斯定理, 下列说法中正确的是 []

A 高斯面内不包围自由电荷, 则面上各点电位移矢量 $\vec{D}$ 为零.

B 高斯面的 $\vec{D}$ 通量仅与面内自由电荷有关.

C 高斯面上处处 $\vec{D}$ 为零, 则面内必不存在自由电荷.

D 以上说法都不正确.

2. 有一导体球外充满相对电容率为 ϵ_r 的均匀电介质, 已知球表面附近的场强为 E , 则球面上的自由电荷面密度 σ 为 []

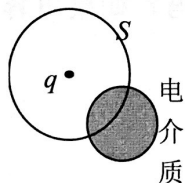
A $\epsilon_0 \epsilon_r E$.

B $\epsilon_0 E$.

C $\epsilon_r E$.

D $(\epsilon_0 \epsilon_r - \epsilon_0)E$.

3. 在一点电荷 q 产生的静电场中, 一块电介质如图放置, 以点电荷所在处为球心作一球形闭合面 S , 则对此闭合面: []



A 高斯定理成立, 且可用它求出闭合面上各点的场强.

B 高斯定理成立, 但不能用它求出闭合面上各点的场强.

C 电介质不对称分布, 高斯定理不成立.

D 使电介质对称分布, 高斯定理也不成立.

4. 在各向同性的电介质中, 当外电场不是很强时, 电极化强度

$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$, 式中的 $\vec{E}$ 应是由 []

A 自由电荷产生的.

B 束缚电荷产生的.

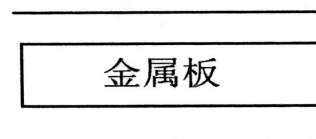
C 自由电荷与束缚电荷共同产生的.

D 当地的分子电偶极子产生的.

5. 一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联. 当电容器两极板间为真空时, 电场强度为 $\vec{E}_0$, 电位移为 $\vec{D}_0$, 而当两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质时, 电场强度 $\vec{E} =$ _____, 电位移 $\vec{D} =$ _____.

6. 将一空气平行板电容器接到

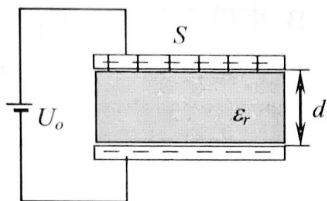
电源上并充电到一定电压后, 断开电源. 再将一块与极板面积相



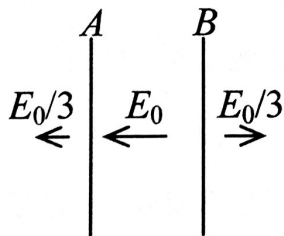
同的金属板平行地插入两极板之

间, 如图所示, 插入金属板后的场强比插入前的 (变大, 变小, 不变) _____, 其值与金属板所放的位置 (有关, 无关) _____.

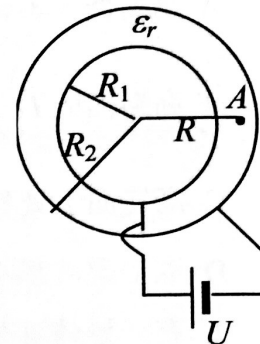
7. 将一平行板电容器连接到端电压为 U_0 的电源上, 然后在两板间充满各向同性的均匀电介质 (相对电容率为 ϵ_r), 求 (1) 介质中的 $\vec{D}$ 、电场强度 $\vec{E}$ 和电极化强度 $\vec{P}$; (2) 介质表面的极化电荷面密度。



8. A 、 B 为两块无限大均匀带电平行薄平板, 两板间和左右两侧充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质. 已知两板间的场强大小为 E_0 , 两板外的场强均为 $E_0/3$, 方向如图. 则 A 、 B 两板所带电荷面密度 σ_A 、 σ_B 各为多少?



9. 一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成, 内、外圆筒半径分别为 $R_1 = 2 \text{ cm}$, $R_2 = 5 \text{ cm}$, 其间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性、均匀电介质. 电容器接在电压 $U = 32 \text{ V}$ 的电源上 (如图所示), 试求距离轴线 $R = 3.5 \text{ cm}$ 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差。



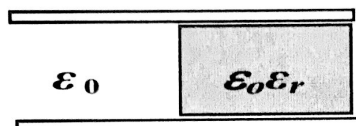
10. 思考题

“由于 $C=Q/U$, 所以电容器的电容与其所带电荷成正比。”这话对吗? 如果电容器两极的电势差增加一倍, Q/U 将如何变化呢?

第三节 电容 静电场中的能量

1. 平行板电容器极板面积为 S , 间距为 d , 现将相对电容率为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质充满电容器的一半空间, 如图。则电容器的电容变为 []

- A $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$;
 B $\frac{\epsilon_0 (\epsilon_r + 1) S}{d}$;
 C $\frac{\epsilon_0 (\epsilon_r + 1) S}{2d}$;
 D $\frac{(\epsilon_r + 1) S}{d}$



2. 一平行板电容器充电后仍与电源连接, 若用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则极板上的电荷 Q 、电场强度的大小 E 和电场能量 W 将发生如下变化 []

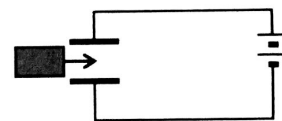
- A Q 增大, E 增大, W 增大;
 B Q 减小, E 减小, W 减小;
 C Q 增大, E 减小, W 增大;
 D Q 增大, E 增大, W 减小.

3. C_1 和 C_2 两个电容器, 其上分别标明 200 pF(电容量)、500 V(耐压值)和 300 pF、900 V. 把它们串连起来在两端加上 1000 V 电压, 则 []

- A C_1 被击穿, C_2 不被击穿.
 B C_2 被击穿, C_1 不被击穿.
 C 两者都被击穿.
 D 两者都不被击穿.

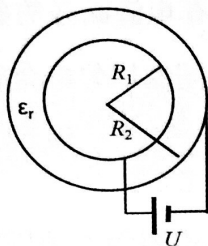
4. 一空气平行板电容器, 接电源充电后电容器中储存的能量为 W_0 . 在电源断开的条件下, 在两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 则该电容器中储存的能量 W 是 W_0 的 _____ 倍.

5. 电容为 C_0 的平板电容器, 接在电路中, 如图所示. 若将相对电容率为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间), 则此时电容器的电容为原来的 _____ 倍, 电场能量是原来的 _____ 倍.



6. 真空中有“孤立的”均匀带电球体和一均匀带电球面, 如果它们的半径和所带的电荷都相等. 则球体的静电能 _____ 球面的静电能 (选填: 大于、小于、等于)

7. 一同轴电缆其芯线为 R_1 的铜导线，外导体为 R_2 的铜箔，其间充满各向同性均匀电介质（相对电容率为 ϵ_r ，击穿电场强度为 E_{max} ），（1）求电缆能够承受的最高电压 U ；（2）当电压增高时介质哪一点先被击穿？



9. 思考题

将一极板间距为 d 、面积为 S 的空气平行板电容器接到电源上，充电到电压为 U_0 后，断开电源。再将一块与极板面积相同、厚度为 t 的相对介电常量为 ϵ_r 的介质板平行地插入两极板之间，如图所示。放入介质板的前、后电容器的储能各为多少？所储电能与介质板相对极板的位置是否有关？若保持与端电压为 U_0 的电源连接，则上述结果又如何？

介质板

8. 一半径为 R 金属球，在真空中充电到势值 U_0 。若断开电源，使其上所带电荷保持不变，并把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大的各向同性均匀液态电介质中，问这时电场总能量有多大？

综合练习

一. 选择题

1. 真空中有一均匀带电球体和一均匀带电球面, 如果它们的半径和所带的电量都相等, 则它们的静电能之间的关系是

(A) 均匀带电球体产生电场的静电能等于均匀带电球面产生电场的静电能.

(B) 均匀带电球体产生电场的静电能大于均匀带电球面产生电场的静电能.

(C) 均匀带电球体产生电场的静电能小于均匀带电球面产生电场的静电能.

(D) 球体内的静电能大于球面内的静电能, 球体外的静电能小于球面外的静电能.

2. 如图 1 所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其电荷线密度为 λ , 在它外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与地连接, 设地的电势为零, 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分别为:

- (A) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}\ln\frac{a}{r}.$
- (B) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}\ln\frac{b}{a}.$
- (C) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}\ln\frac{b}{r}.$
- (D) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0}\ln\frac{b}{a}.$

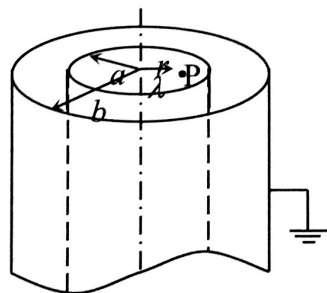


图 1

3. 如图 2 所示, 在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面, 其上分别均匀地带有电量 $+q$ 和 $-3q$, 今将一电量为 $+Q$ 的带电

粒子从内球面处由静止释放, 则该粒子到达外球面时的动能为:

- (A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}.$
- (B) $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}.$
- (C) $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}.$
- (D) $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}.$

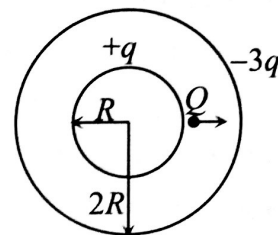


图 2

4. 如图 3 所示, 厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板, 电荷面密度为 σ , 则板两侧离板面距离均为 h 的两点 a、b 之间的电势差为:

- (A) 零.
- (B) $\sigma/2\epsilon_0$
- (C) $\sigma h/\epsilon_0.$
- (D) $2\sigma h/\epsilon_0.$

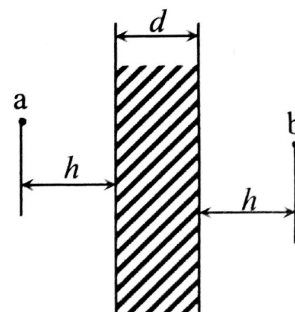


图 3

5. 关于试验电荷以下说法正确的是

- (A) 试验电荷是电量极小的正电荷;
- (B) 试验电荷是体积极小的正电荷;
- (C) 试验电荷是体积和电量都极小的正电荷;
- (D) 试验电荷是电量足够小, 以至于它不影响产生原电场的电荷分布, 从而不影响原电场; 同时是体积足够小, 以至于它所在的位置真正代表一点的正电荷 (这里的足够小都是相对问题而言的) .

6. 关于高斯定理的理解有下面几种说法, 其中正确的是

- (A) 如高斯面上 E 处处为零, 则该面内必无电荷;
- (B) 如高斯面内无电荷, 则高斯面上 E 处处为零;
- (C) 如高斯面上 E 处处不为零, 则高斯面内必有电荷;
- (D) 如高斯面内有净电荷, 则通过高斯面的电通量必不为零.

二. 填空题

1. 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$, 以导线中点 O 为球心, R 为半径 ($R > d/2$) 作一球面, 如图 4 所示, 则通过该球面的电场强度通量为_____, 带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为_____, 方向_____.

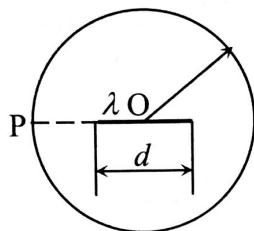


图 4

2. 一空气平行板容器, 两板相距为 d , 与一电池连接时两板之间相互作用力的大小为 F , 在与电池保持连接的情况下, 将两板距离拉开到 $2d$, 则两板之间的相互作用力的大小是_____.

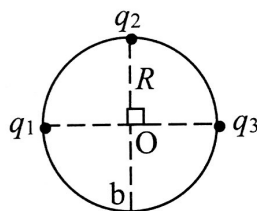


图 5

3. 电量分别为 q_1, q_2, q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 如图 5 所示, 设无穷远处为电势零点, 圆半径为 R , 则 b 点处的电势 $U =$ _____.

4. 图 6 所示为某电荷系形成的电场中的电力线示意图, 已知 A 点处有电量为 Q 的点电荷, 则从电力可判断 B 处存在一 (填正、负) 的点电荷; 其电量 $|q|$ _____ (填 $>, <, =$) Q .

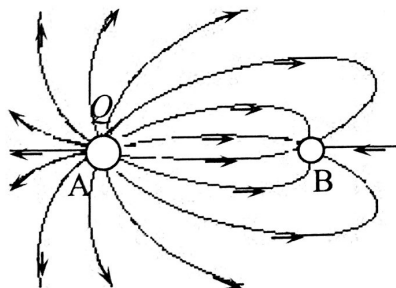


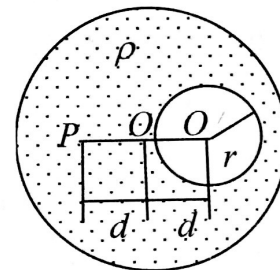
图 6

为 r 的一个小球体, 球心为 O' , 两球心间距离 $\overline{OO'} = d$, 如图

所示. 求: (1) 在球形空腔内, 球心 O' 处的电场强度 $\vec{E}_0$. (2)

在球体内 P 点处的电场强度 $\vec{E}$. 设 $O', O,$

P 三点在同一直径上, 且 $\overline{OP} = d$.



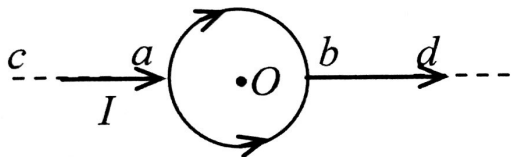
三. 一球体内均匀分布着电荷体密度为 ρ 的正电荷, 若保持电荷分布不变, 在该球体挖去半径

稳恒磁场

第一节 磁场 磁感应强度 比奥—萨伐尔定律

1. 如图所示, 电流从 a 点分两路通过对称的圆环形分路, 汇合于 b 点. 若 ca、bd 都沿环的径向, 则在圆环中心 O 点处的磁感强度 []

- A 方向垂直环形分路所在平面且指向纸内;
B 方向垂直环形分路所在平面且指向纸外;
C 方向在环形分路所在平面, 且指向 b;
D 方向在环形分路所在平面内, 且指向 a;
E 为零.



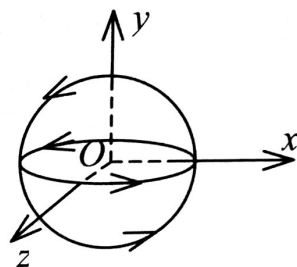
2. 在真空中有一根半径为 R 的半圆形细导线, 流过的电流为 I , 则圆心处的磁感强度为 []

- A $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$; B $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$; C 0; D $\frac{\mu_0 I}{4 R}$.

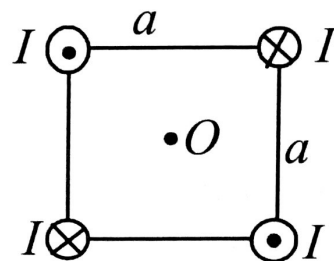
3. 一半径 $r=10\text{ cm}$ 的细导线圆环, 流过强度 $I=3.0\text{ A}$ 的电流, 那么细环中心的磁感强度 $B=$ _____. (真空中的磁导率 $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$)

4. 如图所示, 半径为 R 的球面, 在与 xOy 和 xOz 平面上的两个

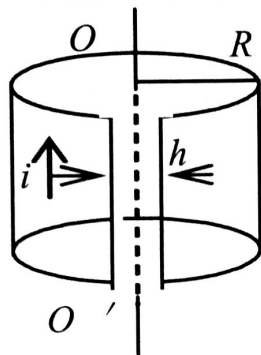
圆形交线上分别流有强度为 I 的电流, 其流向各与 y 轴和 z 轴的正方向成右手螺旋关系. 则球心 O 点的磁感强度为_____.



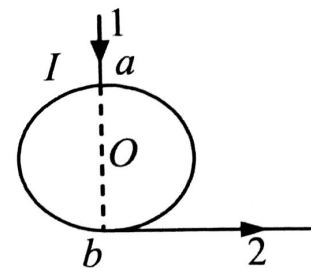
5. 四条皆垂直于纸面的载流细长直导线, 每条中的电流皆为 I . 这四条导线被纸面截得的断面, 如图所示, 它们组成了边长为 a 的正方形的四个角顶, 每条导线中的电流流向亦如图所示. 则在图中正方形中心点 O 的磁感强度的大小为多少?



6. 将半径为 R 的无限长导体薄壁管(厚度忽略)沿轴向割去一宽度为 h ($h \ll R$) 的无限长狭缝后, 再沿轴向流有在管壁上均匀分布的电流, 其面电流密度(垂直于电流的单位长度截线上的电流)为 i , 则管轴线磁感强度的大小等于多少?



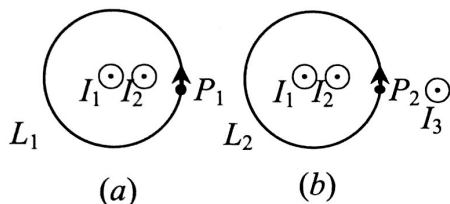
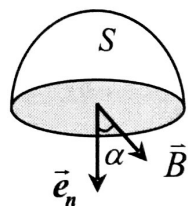
7. 电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一电阻均匀的圆环, 再由 b 点沿切向从圆环流出, 经长导线 2 返回电源(如图). 已知直导线上电流强度为 I , 圆环的半径为 R , 且 a 、 b 与圆心 O 三点在同一直线上. 设直电流 1、2 及圆环电流分别在 O 点产生的磁感强度为 $\vec{B}_1$ 、 $\vec{B}_2$ 及 $\vec{B}_3$, 则 O 点的磁感强度的大小等于多少?



第二节 磁场中的高斯定律 安培环路定律

1. 在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 $\vec{e}_n$ 与 $\vec{B}$ 的夹角为 α , 则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为 []

- A $\pi r^2 B$; B $2\pi r^2 B$;
C $-\pi r^2 B \sin \alpha$; D $-\pi r^2 B \cos \alpha$.

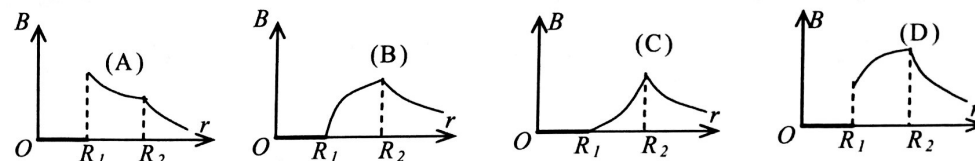


2. 在图(a)和(b)中各有一半半径相同的圆形回路 L_1 、 L_2 , 圆周内有电流 I_1 、 I_2 , 其分布相同, 且均在真空中, 但在(b)图中 L_2 回路外有电流 I_3 , P_1 、 P_2 为两圆形回路上的对应点, 则: []

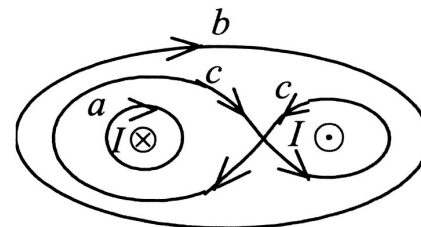
- A $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$;
B $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$;
C $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$;
D $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$.

3. 无限长载流空心圆柱导体的内外半径分别为 R_1 、 R_2 , 电流在导体截面上均匀分布, 则空间各处的 $\vec{B}$ 的大小与场点到圆柱中

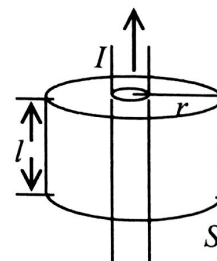
心轴线的距离 r 的关系定性地如图所示. 正确的图是 ()



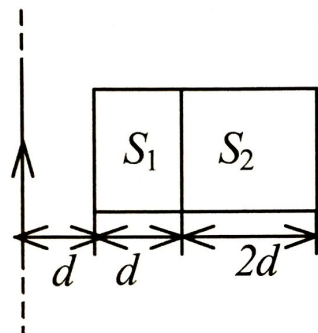
4. 两根长直导线通有电流 I , 图示有三种环路; 在每种情况下的环流分别是多少? $\oint_a \vec{B} \cdot d\vec{l} =$ _____, $\oint_b \vec{B} \cdot d\vec{l} =$ _____, $\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} =$ _____



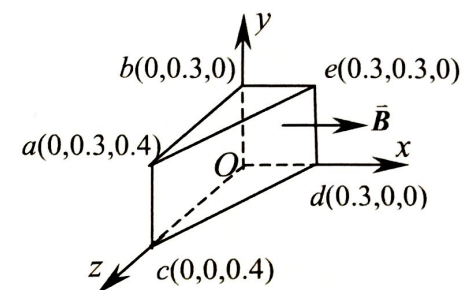
5. 半径为 r 的无限长直圆柱形导体上, 沿轴线方向均匀地流着电流 I . 作一个半径 R 长为 l 且与电流同轴的圆柱形闭合曲面 S , 则该面上的磁感强度 $\vec{B}$ 沿曲面的积分 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} =$ _____



6. 如图，在无限长直载流导线的右侧有面积为 S_1 和 S_2 的两个矩形回路。两个回路与长直载流导线在同一平面，且矩形回路的一边与长直载流导线平行。则通过面积为 S_1 的矩形回路的磁通量与通过面积为 S_2 的矩形回路的磁通量之比为多少？



7. 已知均匀磁场，其磁感强度 $B = 0.6 \text{ T}$ ，方向沿 x 轴正向（如图）。分别求：(1) 通过 $Oabc$ 面的磁通量；(2) 通过 $Obed$ 面的磁通量；(3) 通过 $acde$ 面的磁通量。



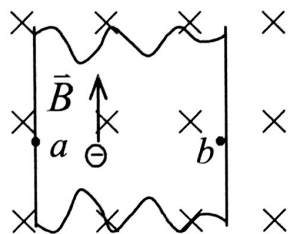
第三节 带电粒子在电场和磁场中的运动

及载流导线在磁场中所受的力

1. 一铜条置于均匀磁场中, 铜条中电子流的方向如图所示. 试问下述哪一种情况将会发生

[]

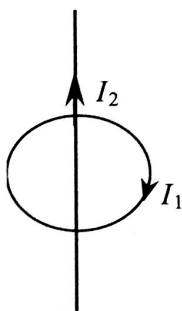
- A 在铜条上产生涡流.
B 在铜条上 a 、 b 两点产生一小电势差, 且 $U_a < U_b$.
C 在铜条上 a 、 b 两点产生一小电势差, 且 $U_a > U_b$.
D 电子受到洛伦兹力而减速.



2. 载有电流 I_2 的长直导线与载有电流 I_1 的圆线圈共面但相互绝缘, 长直导线与圆线圈的一直径相重合, 如上图, 设长直载流导线固定不动, 则圆形载流导线将

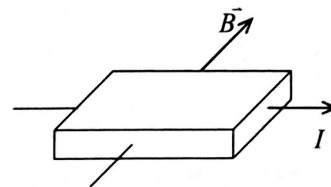
[]

- (A) 绕 I_2 旋转. (B) 向左运动.
(C) 向右运动. (D) 向上运动. (E) 不动.

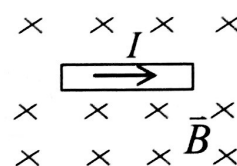


3. 一面积为 S , 载有电流 I 的平面闭合线圈置于磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中, 此线圈受到的最大磁力矩的大小为_____, 此时通过线圈的磁通量为_____, 当此线圈受到最小的磁力矩作用时通过线圈的磁通量为_____。

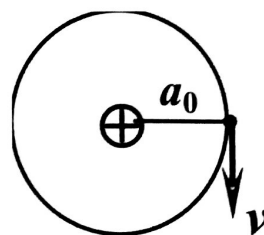
4. 在霍尔效应的实验中, 通过导电体的电流和 $\vec{B}$ 的方向垂直(如图). 如果上表面的电势较高, 则导体中的载流子带_____电. (正或负)



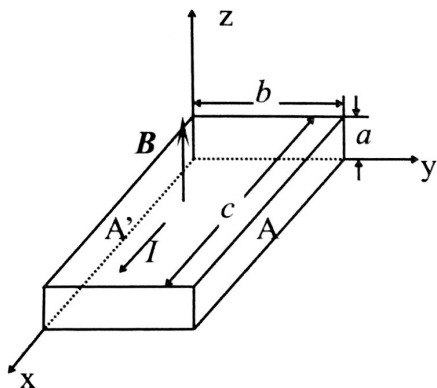
5. 有一根质量为 m , 长为 l 的直导线, 放在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中 $\vec{B}$ 的方向在水平面内, 导线中电流方向如图所示, 当导线所受磁力与重力平衡时, 导线中电流 $I = \underline{\hspace{2cm}}$



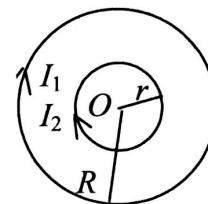
6. 设氢原子基态的电子沿半径为 a_0 的轨道运动(如图), 求 (1) 电子沿轨道运动时原子核处产生的磁感强度; (2) 电子的轨道磁矩。



7. 一块半导体样品的体积为 $a \times b \times c$ ，如图所示，沿 x 轴方向有电流 I ，在 z 轴方向有均匀磁场 B 。实验测得 $a=0.10\text{cm}$ ， $b=0.35\text{cm}$ ， $c=1.0\text{cm}$ ， $I=1.0\text{mA}$ ， $B=0.3\text{T}$ ，半导体样品沿 y 轴方向两侧的电势差 $U_{AA'}=6.55\text{mV}$ 。(1) 这个半导体是 p 型还是 n 型？(2) 求载流子浓度。



8. 两个同心圆线圈，大圆半径为 R ，通有电流 I_1 ；小圆半径为 r ，通有电流 I_2 ，方向如图。若 $r \ll R$ (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小等于多少？



9.思考题

在均匀磁场中，载流线圈的取向与所受的磁力矩有何关系？在什么情况下，磁力矩最大？什么情况下磁力矩最小？载流线圈处于稳定平衡时，其取向又如何？

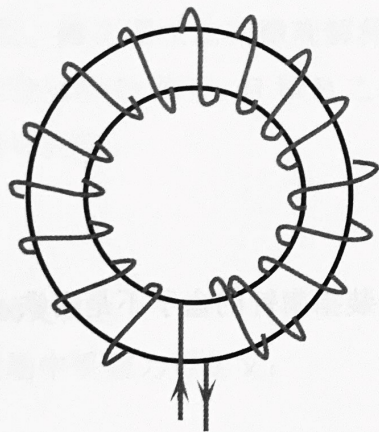
磁场中的磁介质

1. 磁介质有三种, 用相对磁导率 μ_r 表征它们的特性时 []

- A 顺磁质 $\mu_r > 0$, 抗磁质 $\mu_r < 0$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.
- B 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r = 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.
- C 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r < 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.
- D 顺磁质 $\mu_r < 0$, 抗磁质 $\mu_r < 1$, 铁磁质 $\mu_r > 0$.

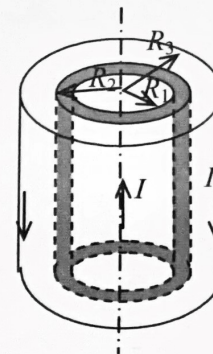
2. 如图所示的一细螺绕环, 它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝。当导线中的电流 I 为 2.0A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0T, 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为 []

- A 7.96×10^2
- B 3.98×10^2
- C 1.99×10^2
- D 63.3

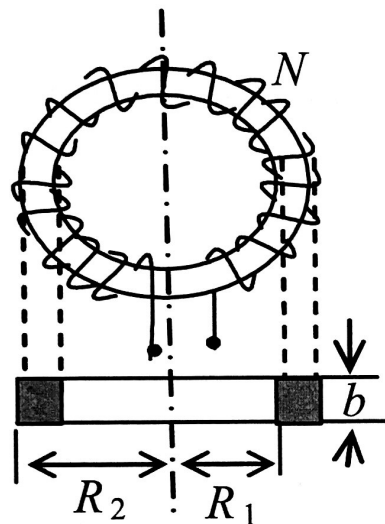


3. 螺绕环中心周长为 l , 环上均匀密绕线圈 N 匝, 线圈中通有电流 I . 管内充满磁导率为 μ 的磁介质. 求管内磁感应强度的大小为_____.

4. 一根同轴电缆由半径为 R_1 的长导线和套在它外面的内半径为 R_2 、外半径为 R_3 的同轴导体圆筒组成. 中间充满磁导率为 μ 的各向同性均匀非铁磁绝缘材料, 如图. 传导电流 I 沿导线向上流去, 由圆筒向下流回, 在它们的截面上电流都是均匀分布的. 求同轴线内外的磁场强度和磁感应强度的分布。



5. 横截面为矩形的环形螺线管，圆环内外半径分别为 R_1 和 R_2 ，芯子材料的磁导率为 μ ，导线总匝数为 N ，绕得很密，若线圈通电流 I ，求：(1) 芯子中的 H 值和芯子截面的磁通量。(2) 在 $r < R_1$ 和 $r > R_2$ 处的 H 值。



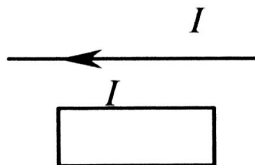
- 6 长为 l 的直螺线管，半径为 R ($R \ll l$)，均匀密绕线圈 N 匝，线圈中通有电流 I ，管内充满相对磁导率 μ_r 的磁介质。求管截面的磁通量。

7. 思考题：为什么装指南针的盒子不是用铁，而是用胶木等材料做成的？

电磁感应 (I)

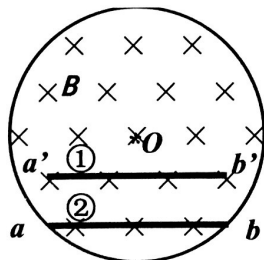
1. 长直导线载有电流 I , 并以 dI/dt 的变化率减长, 一矩形线圈位于导线平面内(如图), 则:

- A 线圈中无感应电流.
B 线圈中感应电流为顺时针方向.
C 线圈中感应电流为逆时针方向.
D 线圈中感应电流方向不确定.



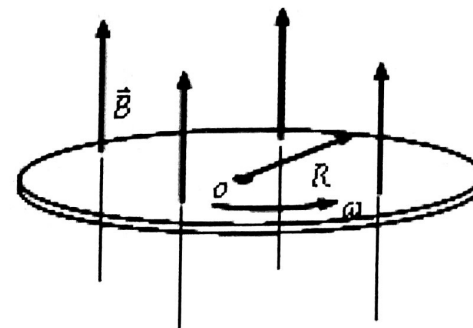
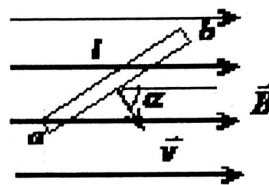
2. 在圆柱形空间内有一均匀磁场, 如图所示, 磁感强度以速率 dB/dt 变化. 两根长度相同的导体棒分别如图放置, 则在①、②这两个位置导体棒内的感应电动势为 []

- A $E_2 = E_1 \neq 0$.
B $E_2 > E_1$.
C $E_2 < E_1$.
D $E_2 = E_1 = 0$.



3. 半径为 a 的无限长密绕螺线管, 单位长度上的匝数为 n , 通以交变电流 $i = I_m \sin \omega t$, 则螺线管外半径为 r 的同轴圆形回路上的感生电动势为_____.

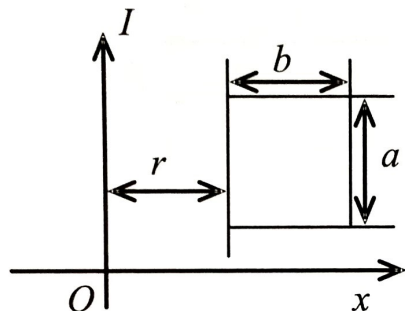
4. 如下图, 长度为 l 的直导线 ab 在均匀磁场 $\vec{B}$ 中以速度 $\vec{v}$ 移动, 直导线 ab 中的电动势为_____。



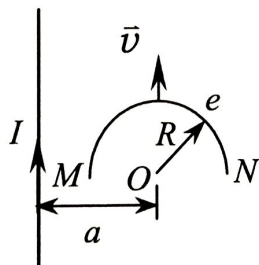
5. 如上图, 半径为 R 圆铜盘水平放置在均匀磁场中, B 的方向垂直盘面向上, 当铜盘绕通过中心垂直于盘面的轴沿图示方向转动时, 铜盘上感应电动势的大小 _____, 方向为_____。

6. 将形状完全相同的铜环和木环静止放置, 并使通过两环面的磁通量随时间的变化率相等, 则不计自感时则: 铜环中感应电动势_____木环中感应电动势(选填: 大于、小于、等于)。

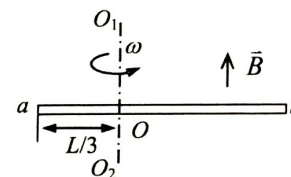
7. 如图所示, 一条平行长直导线和一个矩形导线框共面. 且导线框的一个边与长直导线平行, 它到无限长直导线的距离为 r . 已知长直导线中电流为 $I = I_0 \sin \omega t$, 其中 I_0 和 ω 为常数, t 为时间. 导线框长为 a 宽为 b , 求导线框中的感应电动势.



8. 载有电流的 I 长直导线附近, 一根弯成半径为 b 的半圆环导线 MeN 与长直导线共面, 且端点 MN 的连线与长直导线垂直. 半圆环圆心 O 与导线相距 a . 设半圆环以速度 $\vec{v}$ 平行导线运动, 求半圆环动生电动势的大小和方向.



9. 如图所示, 一根长为 L 的金属细杆 ab 绕竖直轴 O_1O_2 以角速度 ω 在水平面内旋转. O_1O_2 在离细 a 端 $L/3$ 处. 若已知地磁场的竖直方向分量为 $\vec{B}$. 求电势差 $U_a - U_b$.

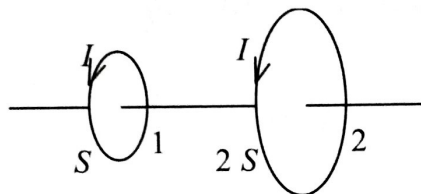


10. 思考题: 在法拉第电磁感应定律中, 负号的意义是什么? 如何根据负号来确定感应电动势的方向?

电磁感应 (II)

1. 面积为 S 和 $2S$ 的两圆线圈 1、2 如图放置, 通有相同的电流 I . 线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通量 Φ_{21} 表示, 线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通量 Φ_{12} 表示, 则 Φ_{21} 和 Φ_{12} 的大小关系为: []

- A $\Phi_{21} = 2\Phi_{12}$.
 B $\Phi_{21} > \Phi_{12}$.
 C $\Phi_{21} = \Phi_{12}$.
 D $\Phi_{21} = \frac{1}{2}\Phi_{12}$.



2. 一个电阻为 R , 自感系数为 L 的线圈, 将它接在一个电动势为 $\mathcal{E}(t)$ 的交变电源上, 线圈的自感电动势为 $E_L = -L \frac{dI}{dt}$, 则流过线圈的电流为: []

- A $\mathcal{E}(t) / R$
 B $[\mathcal{E}(t) - E_L] / R$
 C $[\mathcal{E}(t) + E_L] / R$
 D E_L / R

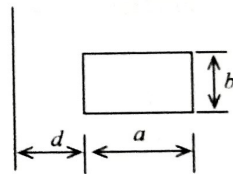
3. 两个相邻的平面圆线圈开始时共轴, 且两圆线圈平面相互平行, 如何可使其互感系数近似为零 []

- A 两线圈的轴线互相平行放置; B 两线圈并联;
 C 两线圈的轴线互相垂直放置; D 两线圈串联。

4. 无限长密绕直螺线管通以电流 I , 内部充满均匀、各向同性的磁介质, 磁导率为 μ . 管上单位长度绕有 n 匝导线, 则管内部的磁能密度为 _____; 若该螺线管体积为 V , 则其自感系数为 _____.

5. 真空中两只长直螺线管 1 和 2, 长度相等, 单层密绕匝数相同, 截面积之比 $S_1 / S_2 = 1/4$. 当它们通以相同电流时, 两螺线管自感系数之比 $L_1 / L_2 =$ _____, 贮存的磁能之比 $W_1 / W_2 =$ _____.

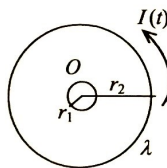
6. 一长直导线旁有一长为 b , 宽为 a 的矩形线圈, 线圈与导线共面, 长度为 b 的边与导线平行且与直导线相距为 d , 如图. 线圈与导线的互感系数 $M =$ _____.



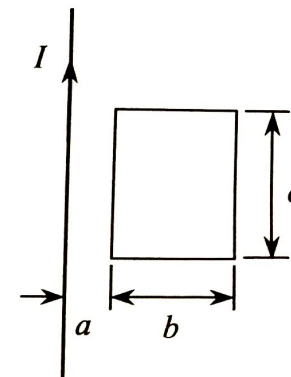
7. 一螺绕环单位长度上的线圈匝数 n . 环心材料的磁导率为 $\mu = \mu_0$. 若线圈中磁场的能量密度为 w_m , 线圈中的电流强度 $I =$ _____.

8. 同轴电缆内导体的外半径为 R_1 ，外导体是半径为 R_2 的薄导体同轴圆筒；内外导体之间充满了相对磁导率为 μ_r 各向同性均匀磁介质。当电流 I 由内导体经无穷远又从外导体返回时，求单位长度电缆的磁场能量。

9. 如图所示，一半径为 r_2 的导体圆环通以电流 $I = I_0 \sin(\omega t)$ ，里边有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环，两环共面同心 ($r_2 \gg r_1$)，求小环中的感应电流。



10. 一无限长直导线通有电流 $I = I_0 \cos \omega t$ (其中 I_0 、 ω 均为常量)，和长直导线同一平面内有一矩形导线线圈，线圈的一边与直导线平行 (如图)，试求 (1) 直导线与导线线圈之间的互感系数；(2) 线圈中的互感电动势。



11. 思考题：当我们把条形磁铁沿铜质圆环的轴线插入铜环中时，铜环中有感应电流和感应电场吗？如用塑料圆环替代铜质圆环，环中仍有感应电流和感应电场吗？

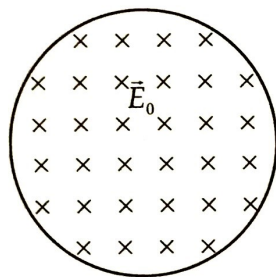
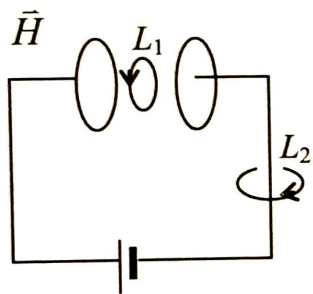
电磁感应 (III)

1. 如图, 平板电容器(忽略边缘效应)充电时, 沿环路 L_1 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流两者, 必有:

[]

A $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}';$ B $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}';$

C $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}';$ D $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = 0.$



2. 如图所示, 圆柱形空间 (视为真空) 均匀电场, 若电场大小随时间变化率为 $dE_0 / dt = 10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 则其位移电流密度的大小为 _____, 单位为 _____.

3. 将充满电的平行板电容器通过电阻 R 放电, 此时两极板间电场强度的大小为 $E = E_0 e^{-t/RC}$, 式中 E_0 、 R 、 C 均为常数, 则两板间的位移电流密度的大小为 _____, 其方向与

场强方向 _____.

4. 在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中:

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}};$$

5. 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的:

(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: _____.

电磁学综合练习

一、选择题

1. 下述各种说法中正确的是: []

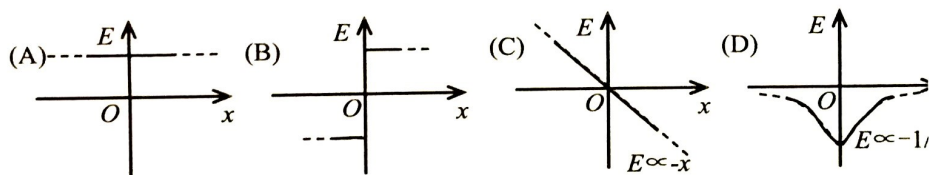
A 闭合高斯面内电荷代数和为零时, 高斯面上各点电场强度一定为零;

B 闭合高斯面内电荷代数和不为零时, 高斯面上各点电场强度必定处处不为零;

C 闭合高斯面内电荷代数和为零时, 高斯面上各点电场强度不一定处处为零;

D 闭合高斯面上各点电场强度均为零时, 闭合高斯面内必定处处无电荷。

2. 设有一“无限大”均匀带正电荷的平面. 取 x 轴垂直带电平面, 坐标原点位于带电平面上, 则其周围空间各点的电场强度 E 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为(规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负): []



3. 有 N 个电荷均为 q 的点电荷, 以两种方式分布在相同半径的圆周上: 一种是无规则地分布, 另一种是均匀分布. 比较这两种

情况下在过圆心 O 并垂直于圆平面的 z 轴上任一点 P (如图所示) 的场强与电势, 则有 []

A 场强相等, 电势相等.

B 场强不等, 电势不等.

C 场强分量 E_z 相等, 电势相等.

D 场强分量 E_z 相等, 电势不等.

4. 均匀磁场的磁感强度 $\vec{B}$ 垂直于半径为 r 的圆面. 今以该圆周为边线, 作一半球面 S , 则通过 S 面的磁通量的大小为 []

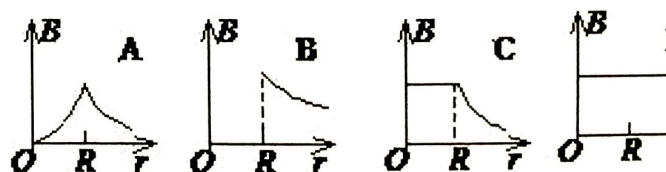
A $2r^2B$.

B r^2B .

C 0.

D 无法确定的量.

5. 电流沿长直中空薄壁圆筒导体均匀分布, 圆筒半径为 R , 取中心轴线为 z 轴. 图 A~E 哪一条曲线表示电流在周围空间激发磁场 B 与 r 的关系? []



6. 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

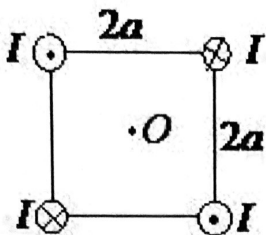
图中正方形中心点 O 的磁感强度的大小为 []

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

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

C $B = 0$.

D $B = \frac{\mu_0}{\pi a} I$.



7. A 、 B 两个电子都垂直于磁场方向射入一均匀磁场而作圆周运动. A 电子的速率是 B 电子速率的两倍. 设 R_A , R_B 分别为 A 电子与 B 电子的轨道半径; T_A , T_B 分别为它们各自的周期. 则 []

A $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 2$. B $R_A : R_B = \frac{1}{2}$, $T_A : T_B = 1$.

C $R_A : R_B = 1$, $T_A : T_B = \frac{1}{2}$. D $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 1$.

8. 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.

9. 圆柱形无限长载流直导线置于均匀无限大磁介质之中, 若导线中流过的稳恒电流为 I , 磁介质的相对磁导率为 μ_r ($\mu_r > 1$), 则与导线接触的磁介质表面上的磁化电流 I' 为 []

A $(1 - \mu_r)I$. B $(\mu_r - 1)I$.

C $\mu_r I$.

D $\frac{I}{\mu_r}$.

10. 一根长度为 L 的铜棒, 在均匀磁场 $\vec{B}$ 中以匀角速度 ω 绕通过其一端的定轴旋转, $\vec{B}$ 的方向垂直铜棒转动的平面, 如图所示. 设 $t=0$ 时, 铜棒与 Ob 成 θ 角 (b 为铜棒转动的平面上一个固定点), 则在任一时刻 t 这根铜棒两端之间的感应电动势是: []

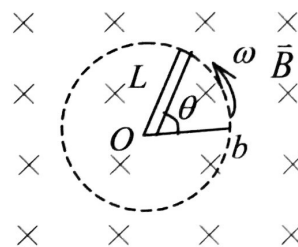
A $\omega L^2 B \cos(\omega t + \theta)$.

B $\frac{1}{2} \omega L^2 B \cos \omega t$.

C $2\omega L^2 B \cos(\omega t + \theta)$.

D $\omega L^2 B$.

E $\frac{1}{2} \omega L^2 B$.

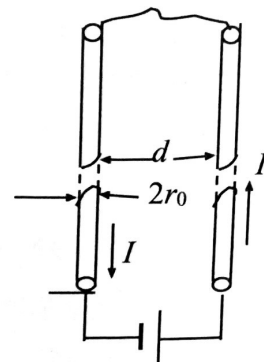


11. 两个相距不太远的平面圆线圈, 怎样可使其互感系数近似为零? 设其中一线圈的轴线恰通过另一线圈的圆心. []

A 两线圈的轴线互相平行放置. B 两线圈并联.

C 两线圈的轴线互相垂直放置. D 两线圈串联.

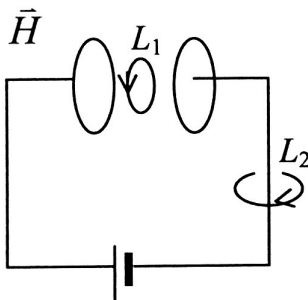
12. 两根很长的平行直导线, 其间距离 d , 与电源组成回路如图. 已知导线上的电流为 I , 两根导线的横截面的半径均为 r_0 . 设用 L 表示两导线回路单位长度的自感系数, 则沿导线单位长度的空间内的总磁能 W_m 为 []



- A $\frac{1}{2}LI^2$.
- B ∞
- C $\frac{1}{2}LI^2 + \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \ln \frac{d}{r_0}$
- D $\frac{1}{2}LI^2 + I^2 \int_{r_0}^{\infty} \left[\frac{\mu_0 I}{2\pi r} - \frac{\mu_0 I}{2\pi(d+r)} \right]^2 2\pi r dr$

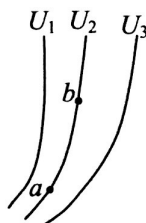
13. 如图, 平板电容器(忽略边缘效应)充电时, 沿环路 L_1 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 $\vec{H}$ 的环流两者, 必有 []

- A $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.
- B $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.
- C $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.
- D $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = 0$.



二、填空题

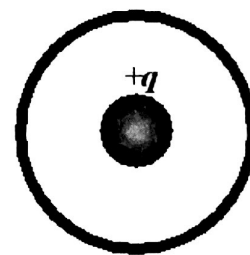
1. 图中所示为静电场的等势(位)线图, 已知 $U_1 > U_2 > U_3$. 在图上画出 a 、 b 两点的电场强度方向, 并比较它们的大小. E_a _____ E_b (填 <、=、>).



2. 一质量为 m 、电荷为 q 的小球, 在电场力作用下, 从电势为 U 的 a 点移动到电势为零的 b 点. 若已知小球在 b 点的速率为 v_b ,

则小球在 a 点的速率 $v_a =$ _____.

3. 如图所示导体球外有一同心的导体球壳, 内导体球带电荷 $+q$, 外球壳带电荷 $-2q$. 静电平衡时, 外球壳的电荷分布为: 内表面带电 _____; 外表面带电 _____.

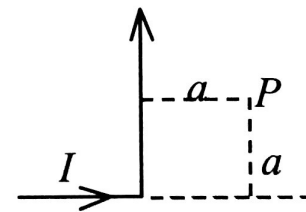


4. 将一根均匀带电细棒弯成半径为 R 的半圆形, 细棒带有正电荷 Q , 将电荷 q 从 ∞ 点移到圆心处, 则电场力做功 _____.

5. 一电偶极子由电荷 $q = 1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的两个异号点电荷组成, 两电荷相距 $l = 2.0 \text{ cm}$, 把这电偶极子放在场强大小为 $E = 1.0 \times 10^5 \text{ N/C}$ 的均匀电场中, 电场作用于电偶极子的最大力矩 _____.

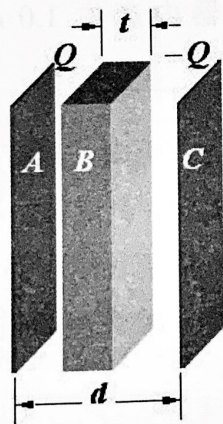
6. 加在平行板电容器极板上的电压变化率 $1.0 \times 10^6 \text{ V/s}$, 在电容器内产生 1.0 A 的位移电流, 则该电容器的电容量为 _____ F.

三、一无限长载有电流 I 的直导线在一处折成直角, P 点位于导线所在平面内, 距一条折线的延长线和另一条导线的距离都为 a , 如图. 求 P 点的磁感强度 $\vec{B}$.



四、一半径为 R 的带电球体，其电荷体密度分布为 $\rho = \frac{qr}{\pi R^4}$ ($r \leq R$) (q 为一正的常量)； $\rho = 0$ ($r > R$)，试求：(1) 带电球体的总电荷；(2) 球内、外各点的电场强度；(3) 球内、外各点的电势。

五、两块面积为 S 的平行导体薄板 A 、 C 间距为 d ，分别带等量异号电荷 $\pm Q$ ，其间平行地插入一块同样大小、厚度为 t 的导体板 B 如图所示。忽略电场的边缘效应，求 (1) 电容器的电场能量；(2) 抽走导体板 B 后的电场能量增大了多少？



六、假设把氢原子看成是一个电子在与质子的库仑力作用下沿轨道绕核作匀速率圆周运动。已知圆轨道的半径为 r ，电子电量为 e ，质量为 m_e 。将该氢原子置于磁感强度为 $\vec{B}_0$ 的均匀外磁场中并忽略磁场对电子运动产生的影响，求 (1) 电子绕核运动等效电流的大小；(2) 氢原子中电子的轨道磁矩；(3) 此氢原子在外磁场中所受的最大力矩 $\vec{M}_{\max}$ 的大小。