

全国教师资格考试网络课程

学员专用讲义

《物理学科专业知识》

中公教育学员内部资料

目 录

第一章 力学	2
第一节 匀变速直线运动的规律及应用	2
第二节 运动图像 追及与相遇	6
第三节 相互作用、牛顿运动定律应用	10
第四节 曲线运动(平抛与类平抛)	14
第五节 圆周运动与万有引力定律	19
第六节 功和功率、动能定理	24
第七节 机械能守恒定律 能量转化和守恒定律	27
第二章 电磁学	30
第一节 点电荷	30
第二节 电场与电势、电势能	32
第三节 带电粒子在电场中的运动	35
第四节 磁场对电流和运动电荷的作用	39
第五节 楞次定律、法拉第电磁感应定律	45
第六节 高斯定理	48
第七节 电磁场的综合应用	50
第三章 恒定电流	53
第四章 热学部分	56
第五章 机械振动与机械波	60
第六章 光学	65
第七章 近代原子物理	69

第一章 力学

第一节 匀变速直线运动的规律及应用



考点聚焦

1. 理解质点、速度、加速度的概念。
2. 掌握匀变速直线运动的速度公式、位移公式、位移和速度的关系，并会应用公式进行分析计算。
3. 大学质点动力学问题（非匀变速运动）。
4. 掌握自由落体运动的特点及规律。



考点梳理

一、基本概念

1. 位移与路程
2. 时间与时刻
3. 速度与速率
4. 瞬时速度与瞬时速率
5. 平均速度与平均速率
6. 速度变化量与速度变化率

二、基本规律

1. 常用的结论：

- (1) 某段时间中间时刻的瞬时速度
- (2) 某段位移中点的瞬时速度
- (3) 连续相等时间内的位移之差是一恒量

2. 重要推论 ($v_0=0$)

- (1) 1s 末, 2s 末, 3s 末...速度之比

$$v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$$

- (2) 1s 内, 2s 内, 3s 内...位移之比

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots : S_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$$

- (3) 连续相等时间内, 所发生的位移之比

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots : S_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$$

- (4) 连续相等位移, 所需时间之比

$$t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$$

3. 大学质点动力学在计算中的几种情况

$$a = f(t) \rightarrow f(t) = \frac{dv}{dt} \Rightarrow f(t)dt = dv$$

$$a = f(v) \rightarrow f(v) = \frac{dv}{dt} \Rightarrow dt = \frac{dv}{f(v)}$$

$$a = f(x) \rightarrow f(x) = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

$$f(x)dx = vdv$$



考点精析

考点 1. 参考系

例 1. 关于参考系，下列说法正确的是（ ）

- A. 研究物体的运动必须选取参考系。
- B. 甲、乙两人以相同的速度向正东方向行走，若以甲为参考系，则乙是静止的。
- C. 车站平行停靠着两列火车，甲火车上的人看到乙火车动了，一定是乙火车开动了。
- D. 我们平时说楼房静止，是指楼房相对于地球的位置是不变的。

考点 2. 对质点的理解

例 2. 研究下列物体运动时，可以把物体看成质点的是（ ）

- A. 研究马拉松比赛的运动员的平均速度时的运动员
- B. 研究跳水比赛运动员的运动轨迹的运动员
- C. 研究绕地球运动一周所用时间的航天飞机
- D. 研究齿轮转动时的齿轮

考点 3. 对位移与路程概念的理解

例 3. 关于位移和路程，下列说法中正确的是（ ）

- A. 物体沿直线向某一方向运动，通过的路程就是位移
- B. 物体沿直线运动，通过的路程等于位移的大小
- C. 物体通过一段路程，其位移可能为零
- D. 两物体通过的路程不等，位移可能相同

考点 4. 平均速度、平均速率

例 4. 物体在 A、B 两地间往返运动，设其从 A 到 B 的平均速率为 V_1 ，从 B 到 A 的平均速率为 V_2 ，则物体往返一次，平均速度的大小和平均速率分别是（ ）

- A. 0, $(V_1 + V_2) / 2$
- B. 0, $2V_1V_2 / (V_1 + V_2)$
- C. 都是 $2V_1V_2 / (V_1 + V_2)$
- D. 都是 0

考点 5. 速度、速度变化、加速度的区别和联系

例 5. 下列说法中正确的是（ ）

- A. 物体有加速度，速度就增加
- B. 物体的速度变化越快，加速度就越大
- C. 物体的速度变化量 Δv 越大，加速度就越大
- D. 物体运动的加速度等于零，则物体一定静止

~~~~~母题迁移~~~~~

5. 一质点在 x 轴上运动，初速度  $v_0 > 0$ ，加速度  $a > 0$ ，但 a 逐渐减小，则该质点（ ）

- A. 速度减小，直到加速度等于零为止
- B. 位移增大，直到加速度等于零为止

C.速度增大,直到加速度等于零为止停止增大

D.速度增大,加速度的方向和速度的方向相反

### 考点 6.匀变速运动的多解问题

例 6.一物体做匀变速直线运动,某时刻速度的大小为  $4\text{ m/s}$ ,  $1\text{ s}$  后速度的大小变为  $10\text{ m/s}$ ,关于该物体在这  $1\text{ s}$  内的位移和加速度大小有下列说法

位移的大小可能小于  $4\text{ m}$

位移的大小可能大于  $10\text{ m}$

加速度的大小可能小于  $4\text{ m/s}^2$

加速度的大小可能大于  $10\text{ m/s}^2$

其中正确的说法是 ( )

A.

B.

C.

D.

### 考点 7.逆向思维法的应用

例 7.子弹以水平初速度连续射穿三个并排着的完全相同的静止并固定的木块后速度恰好减为零,如图所示.则它在每个木块前的速度之比为\_\_\_\_\_,穿过每个木块所用时间之比为\_\_\_\_\_。

### 考点 8.纸带专题

例 8.如图所示为一次记录小车运动情况的纸带,图中  $ABCDE$  为相邻的计数点,相邻计数点的时间间隔  $T=0.1\text{ s}$ .其中  $AB=7.5\text{ cm}$ 、 $BC=27.6\text{ cm}$ 、 $CD=31.5\text{ cm}$ 、 $DE=49.2\text{ cm}$ ,求:

(1) 小车在  $C$  点时速度大小是多少?

(2) 小车运动的加速度大小是多少?

### 考点 9.大学质点动力学问题

例 9.一艘正在行驶的汽艇,在发动机关闭后,汽艇受阻力作用,其加速度与速度的关系为  $a=-kv$ ,式中  $k$  为常量.设发动机关闭时汽艇的速度为  $v_0$ ,试求关闭发动机后汽艇行驶距离  $x$  时的速度。

### 考点 10.自由落体运动

例 10.某物体以  $30\text{ m/s}$  的初速度竖直上抛,不计空气阻力, $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。 $5\text{ s}$  内物体的 ( )

A.路程为  $65\text{ m}$

B.位移大小为  $25\text{ m}$ ,方向向上

C.速度改变量的大小为  $10\text{ m/s}$

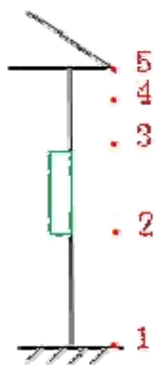
D.平均速度大小为  $13\text{ m/s}$ ,方向向上

~~~~~母题迁移~~~~~

10.屋檐每隔一定时间滴下一滴水,当第 5 滴正欲滴下时,第 1 滴刚好落到地面,而第 3 滴与第 2 滴分别位于高为 1 m 的窗子的上、下沿,如图所示,则:

(1) 此屋檐离地面的高度为_____。

(2) 滴水的时间间隔为_____。



第二节 运动图像 追及与相遇

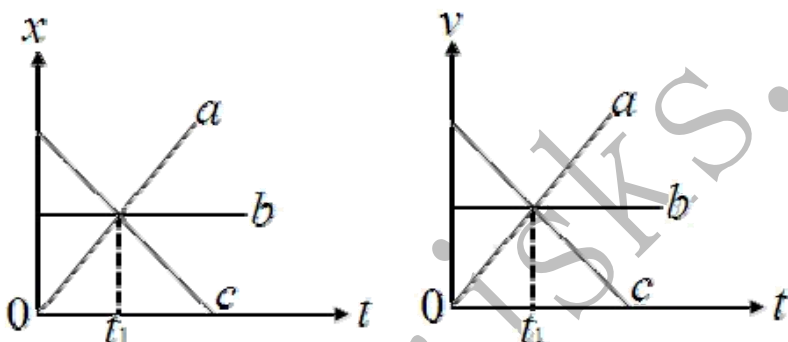


考点聚焦

1. 能识别匀变速直线运动的速度图像及位移图像，理解运动图像所表示的物理意义，并能画出运动的图像。
2. 根据 $v-t$ 图像或 $x-t$ 图像判断物体的运动的形式，求出运动物体的速度、位移及加速度等。
3. 会分析计算在同一直线上的两个物体的追及相遇问题。



考点梳理



运动图像学会“六看”

1. 轴
2. 线
3. 斜率
4. 面积
5. 纵截距
6. 特殊点

运动图像做到“三会”

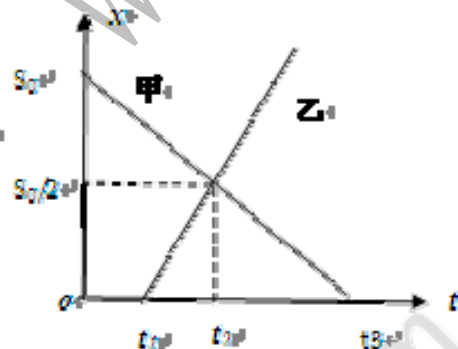
1. 会读图
2. 会用图
3. 会作图



考点精析

考点 1. 对 $x-t$ 图像的理解及应用

例 1. 如图所示，为甲、乙两物体相对同一参考系的位移图像，下列说法正确的是()

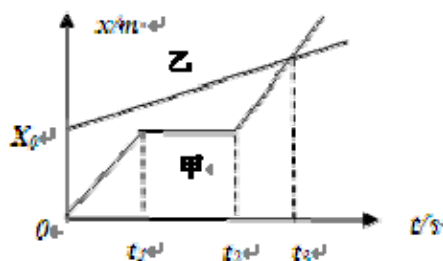


- A. 甲、乙两物体向相反方向做匀速直线运动
- B. 乙比甲运动的快

- C. 甲、乙两物体的出发点相距 S_0
D. 乙比甲早出发时间 t_1 , 两物体在 t_2 时刻相遇

~~~~~母题迁移~~~~~

1. 如图所示是甲、乙两物体在同一直线上运动的  $x-t$  图象, 以甲的出发点为原点, 出发时刻为计时时刻, 则从图象上可以看出 ( )

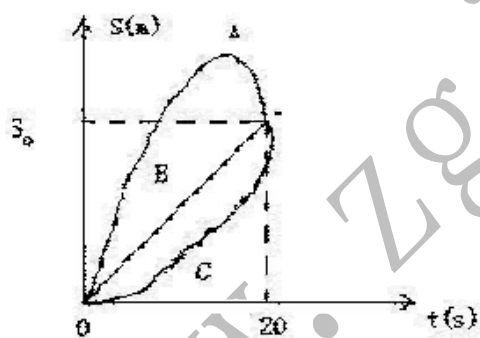


- A. 甲乙同时出发  
B. 乙比甲先出发  
C. 甲开始运动时, 乙在甲前面  $x_0$  处  
D. 甲在中途停了一会儿, 但最后还是追上乙



能力提升

1. ABC 三物体同时同地出发做直线运动, 它们的运动情况相同, 如图所示, 在 20 s 的时间时, 它们的平均速度关系正确的是: ( )



- A.  $\overline{v_A} = \overline{v_B} = \overline{v_C}$   
B.  $\overline{v_A} > \overline{v_B} > \overline{v_C}$   
C.  $\overline{v_A} < \overline{v_B} < \overline{v_C}$   
D.  $\overline{v_A} = \overline{v_B} > \overline{v_C}$

考点 2. 对  $v-t$  图像的理解

例 2. 一辆汽车由静止开始做匀变速直线运动, 在第 8s 末开始刹车, 经 4s 完全停下. 设刹车过程中汽车也做匀变速直线运动, 那么前、后两段运动过程中, 汽车加速度的大小之比为\_\_\_\_\_。

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 两辆完全相同的汽车, 沿同一直线一前一后匀速行驶, 速度均为 v_0 . 若前车突然以恒定加速度刹车, 在它刚停车后, 后车以与前车相同的加速度开始刹车. 已知前车在刹车过程中所行距离为 x_0 , 若要保证两车在上述情况下不相撞, 则两车在匀速行驶时应保持的距离至少为_____ m。



能力提升

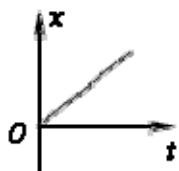
2. 如图所示, 一个固定在水平面上的光滑物块, 其左侧面是斜面 AB, 右侧面是曲面 AC。已知 AB 和 AC 的长度相同。两个相同小球 p、q 同时从 A 点分别沿 AB 和 AC 由静止开始下滑, 比较它们到达水平面所用的时间 ()



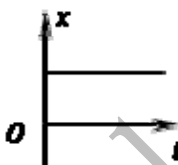
- A. p 小球先到
B. q 小球先到
C. 两小球同时到
D. 无法确定

考点 3. $x-t$ 图像 和 $v-t$ 的综合应用

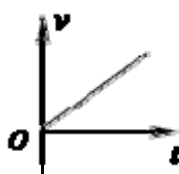
例 3. 在下图所示的四个图象中, 表示物体做匀加速直线运动的图象是 ()



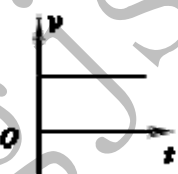
A



B



C

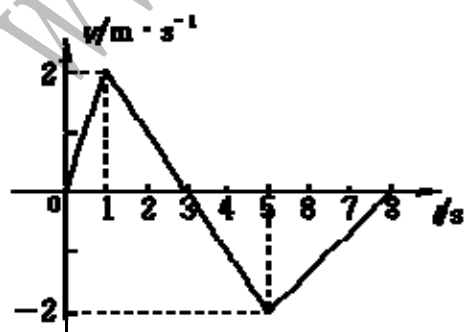


D

母题迁移

3. 质点直线运动的 $v-t$ 图像如图, 规定向右为正方向, 则该质点在前 8s 内平均速度的大小和方向分别为 ()

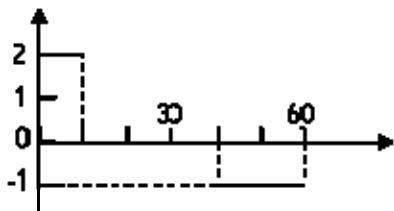
- A. 0.25 m/s 向右
B. 0.25 m/s 向左
C. 1 m/s 向右
D. 1 m/s 向左



能力提升

3. 汽车由静止开始在平直的公路上行驶， $0-60\text{ s}$ 内汽车的加速度随时间变化的图线如图所示。

- (1) 画出汽车在 $0-60\text{ s}$ 内的 $v-t$ 图线；
- (2) 求这 60 s 内汽车行驶的路程。



第三节 相互作用、牛顿运动定律应用

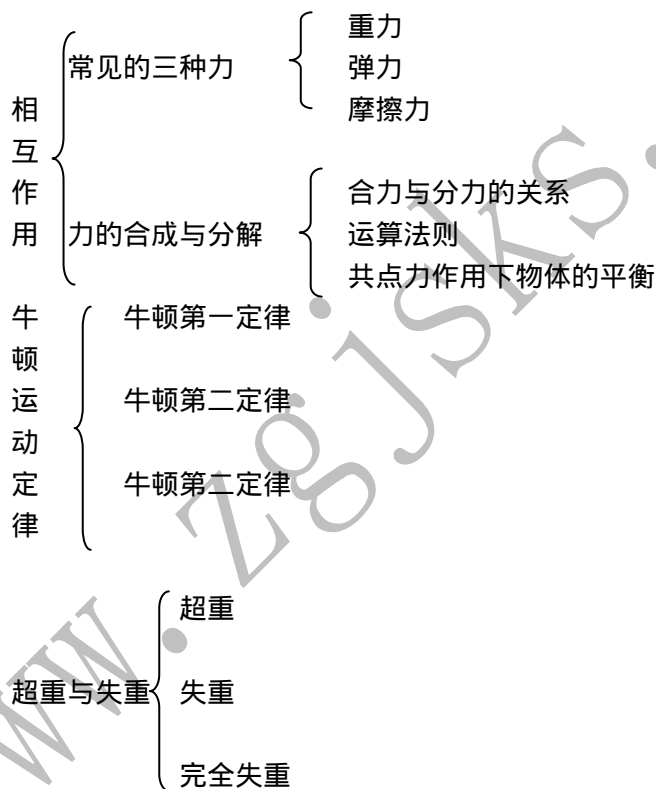


考点聚焦

1. 掌握各种力的概念以及受力分析的方法
2. 掌握力的平行四边形法则，能够应用共点力作用下的平衡条件解决实际问题。
3. 理解牛顿运动定律，熟练应用牛顿运动定律解决实际问题。
4. 通过实验认识超重和失重现象。



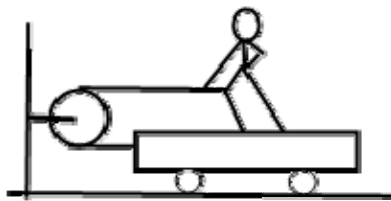
考点梳理



考点精析

考点 1. 摩擦力和受力分析

例 1. 如图所示，小车的质量为 m_0 ，人的质量是 m ，人用恒力 F 拉绳，若人和车保持相对静止，不计绳和滑轮质量及车与地面的摩擦，则车对人的摩擦力可能是（ ）



A. 0

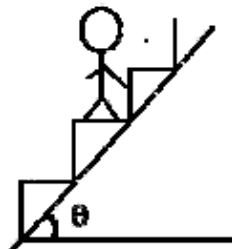
B. $\frac{m-m_0}{m_0+m}F$ 方向向右

C. $\frac{m_0-m}{m_0+m}F$ 方向向左

D. $\frac{m_0-m}{m_0+m}F$ 方向向右

母题迁移

1. 如图所示, 质量为 m 的人站在自动扶梯上随扶梯向上运动, 运动方向与水平面夹角为 θ 。当扶梯带人以加速度 a 向上减速运动时, 求人受到的支持力和摩擦力。



能力提升

物体 M 在竖直向上的拉力 F 作用下静止在斜面上, 关于 M 受力的个数, 下列说法正确的是 ()

A. M 一定受两个力作用

B. M 一定受四个力作用

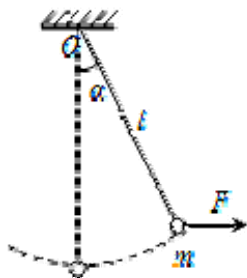
C. M 可能受三个力作用

D. M 不是受两个力作用就是受四个力作用

考点 2. 共点力作用下物体的平衡(静态平衡)

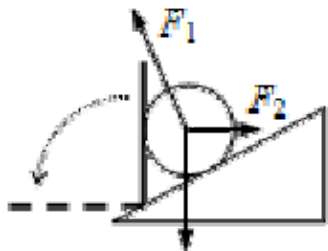
例 2. (静态平衡) —— 正交分解法

如图所示, 长度为 l 的轻绳上端固定在 O 点, 下端系一质量为 m 的小球 (小球的大小可以忽略)。在水平拉力 F 的作用下, 轻绳与竖直方向的夹角为 α , 小球保持静止。画出此时小球的受力图, 并求力 F 的大小。



考点 3. 共点力作用下物体的平衡(动态平衡)

例 3. 重 G 的光滑小球静止在固定斜面和竖直挡板之间。若挡板逆时针缓慢转到水平位置，在该过程中，斜面和挡板对小球的弹力的大小 F_1 、 F_2 各如何变化？



考点 4. 牛顿运动定律的应用

例 4-1. (牛顿第一定律)

根据牛顿运动定律，以下选项中正确的是 ()

- A. 人只有在静止的车厢内，竖直向上高高跳起后，才会落在车厢的原来位置
- B. 人在沿直线匀速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落在起跳点的后方
- C. 人在沿直线加速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落在起跳点的后方
- D. 人在沿直线减速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落在起跳点的后方

~~~~~母题迁移~~~~~

4-1. 关于牛顿第一定律，下面说法正确的是 ( )

- A. 牛顿第一定律反映了物体不受外力作用时的运动规律
- B. 牛顿第一定律就是惯性
- C. 不受外力作用时，物体运动状态保持不变是由于物体具有惯性
- D. 运动的物体状态发生改变时，物体必定受到外力作用

例题 4-2 (牛顿第二定律)

在平直轨道上运动的车厢中的光滑水平桌面上用弹簧拴着一个小球，弹簧处于自然长度，如图所示，当旅客看到弹簧的长度变长时，对火车运动状态的判断可能正确的是 ( )



- A. 向右做加速运动
- B. 向右做减速运动
- C. 向左做加速运动
- D. 向左做减速运动

~~~~~母题迁移~~~~~

4-2. 如图所示，当车厢向右加速行驶时，一质量为 m 的物块紧贴在车壁上，相对于车壁静止，随车一起运动，则下列说法正确的是 ()

- A. 在竖直方向上，车壁对物块的摩擦力与物块的重力平衡
- B. 在水平方向上，车壁对物块的弹力与物块对车壁的压力是一对平衡力
- C. 若车厢的加速度变大，车壁对物块的弹力不变
- D. 若车厢的加速度变大，车壁对物块的摩擦力也变大



例题 4-3 (牛顿第三定律)

物体静止于水平桌面上,则()

- A. 桌面对物体的支持力的大小等于物体的重力,这两个力是一对平衡力
- B. 物体所受的重力和桌面对它的支持力是一对作用力与反作用力
- C. 物体对桌面的压力就是重力,这两个力是同一种性质的力
- D. 物体对桌面的压力和桌面对物体的支持力是一对平衡力

~~~~~母题迁移~~~~~

4-3 一物体静止于固定的斜面上,下列说法正确的是( )

- A. 物体对斜面的压力和斜面对物体的支持力是一对平衡力
- B. 物体对斜面的摩擦力和斜面对物体的摩擦力是一对作用力和反作用力
- C. 物体所受重力和斜面对物体的作用力是一对作用力和反作用力
- D. 物体所受重力可以分解为沿斜面的力和对斜面的压力

#### 考点 5. 超重、失重

例 5. 质量为  $m$  的人站在升降机里,如果升降机运动时加速度的绝对值为  $a$ ,升降机底板对人的支持力  $F=mg+ma$ ,则可能的情况是( )

- A. 升降机以加速度  $a$  向下加速运动
- B. 升降机以加速度  $a$  向上加速运动
- C. 在向上运动中,以加速度  $a$  制动
- D. 在向下运动中,以加速度  $a$  制动

~~~~~母题迁移~~~~~

5. 下列四个实验中,能在绕地球飞行的太空实验舱中完成的是()。

- A. 用天平测量物体的质量
- B. 用弹簧秤测物体的重力
- C. 用温度计测舱内的温度
- D. 用水银气压计测舱内气体的压强

第四节 曲线运动（平抛与类平抛）



考点聚焦

1. 理解曲线运动是一种变速运动，知道曲线运动的条件。
2. 掌握运动的合成与分解的方法。
3. 平抛与类平抛运动规律及其应用。
4. 抛体运动规律综合应用。



考点梳理

1. 曲线运动
 - (1) 物体做曲线运动的条件
 - (2) 曲线运动的速度方向
 - (3) 曲线运动的分类（匀变速曲线运动、变加速曲线运动）
2. 运动的合成与分解
 - (1) 合运动与分运动的关系
 - (2) 运动的合成与分解方法
 - (3) 合运动的性质和轨迹的判定
3. 平抛运动规律

分运动

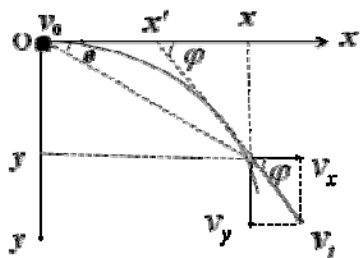
| | |
|----|-------------------------------------|
| 水平 | $x = v_0 t$ $v_x = v_0$ |
| 竖直 | $y = \frac{1}{2} g t^2$ $v_y = g t$ |

合运动

$$\begin{cases} x = \sqrt{x'^2 + y'^2} \\ \tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{1/2gt^2}{v_0 t} = \frac{gt}{2v_0} \\ v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ \tan \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} \end{cases}$$

两个重要的推论

$$\begin{cases} x = 2x' \\ \tan \varphi = 2 \tan \theta \end{cases}$$



考点精析

考点 1. 曲线运动

例 1. 物体在几个恒力的共同作用下做匀速直线。若突然撤去其中一个力，则物体可能的运动形式是()

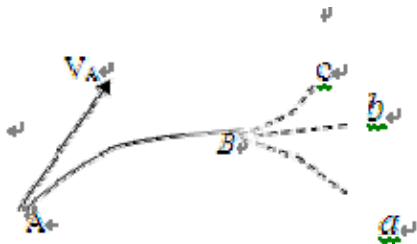
- A. 匀速直线运动
- B. 匀加速直线运动
- C. 匀变速曲线运动
- D. 变加速曲线运动

~~~~~母题迁移~~~~~

1. 如图所示，物体在恒力的作用下沿曲线从 A 运动到 B，这时突然使它所受的力反向而大小不变（即由 F 变为 -F），对于在此力作用下物体的运动情况，说法正确的是( )

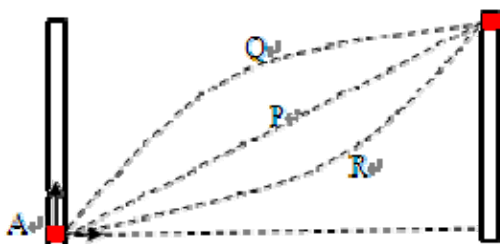
- A. 物体可能沿曲线 Ba 运动
- B. 物体可能沿直线 Bb 运动
- C. 物体可能沿曲线 Bc 运动
- D. 物体可能沿原曲线由 B 返回 A





### 考点 2.运动的合成与分解

例 2. 如图所示，红蜡块能在玻璃管的水中匀速上升，若红蜡块在 A 点匀速上升的同时，使玻璃管水平向右做匀加速直线运动，则红蜡块实际运动的轨迹是图中的（ ）



- A. 直线 P
- B. 曲线 Q
- C. 曲线 R
- D. 无法确定

### 母题迁移

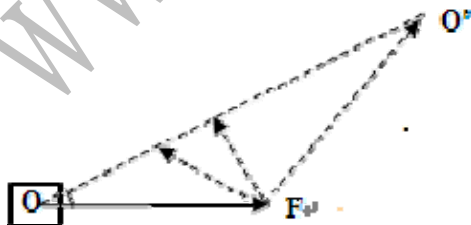
2. 站在绕竖直轴转动的平台上的人，距转轴 2 m，他沿圆周切线的速度为 10 m/s，他用玩具枪水平射击轴上的目标，子弹射击时的速度为 20 m/s，若要击中目标，瞄准的方向应与该处切线速度方向成\_\_\_\_\_夹角，子弹射出后经过\_\_\_\_\_s 击中目标（取两位有效数字）。



### 能力提升

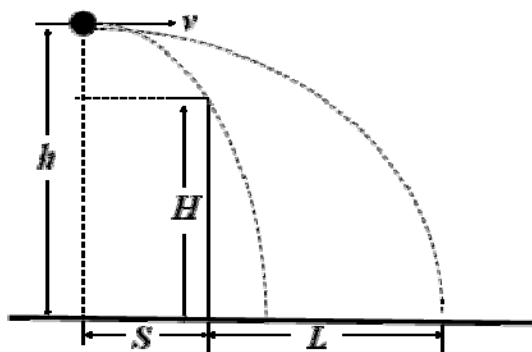
2. 如图所示，物体静止于光滑的水平面上，力 F 作用于物体 O 点，现要使合力沿着  $oo'$  方向，那么，必须同时加一个力  $F'$ 。这个力的最小值是（ ）

- A.  $F\cos\theta$
- B.  $F\sin\theta$
- C.  $F\tan\theta$
- D.  $F\cot\theta$



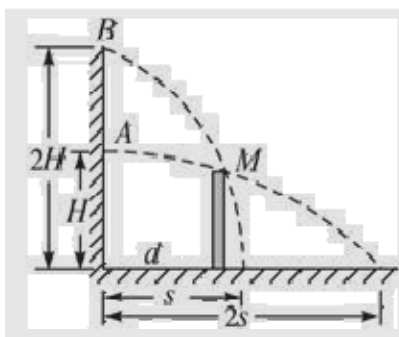
### 考点 3.平抛运动规律及其应用

例 3. 已知排球网高 H，半场长 L，扣球点高 h，扣球点离网水平距离为 S 求：水平扣球速度 v 的取值范围。



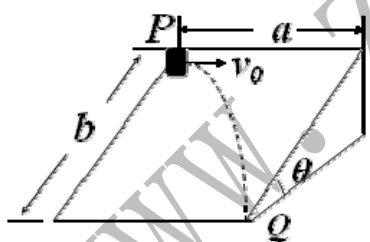
~~~~~母题迁移~~~~~

3. 从高为 H 的 A 点平抛一物体, 其水平射程为 $2S$, 在 A 点正上方高为 $2H$ 的 B 点向相同方向抛出另一物体, 其水平射程为 S , 两物体的轨迹在同一竖直平面内, 且都从同一个屏的顶点 M 擦过, 求屏的高度。



考点 4. 类平抛运动规律及其应用

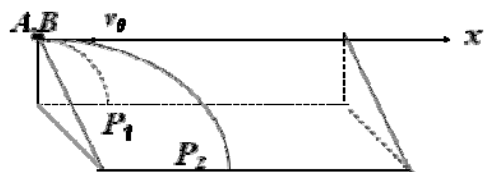
例 4. 如图所示, 光滑斜面长为 b , 宽为 a , 倾角为 θ 。一物块沿斜面上方顶点 P 水平射入, 而从右下方顶点 Q 离开斜面, 求物块入射的初速度为多少?



~~~~~母题迁移~~~~~

4. 如图所示  $A$ 、 $B$  两质点以相同的水平速度  $v_0$  抛出,  $A$  在竖直平面内运动, 落地点为  $P_1$ ,  $B$  在光滑斜面上运动, 落地点为  $P_2$ , 不计阻力, 比较  $P_1$ 、 $P_2$  在  $x$  轴上的远近关系是 ( )

A.  $P_1$  较远      B.  $P_2$  较远      C.  $P_1$ 、 $P_2$  等远      D.  $A$ 、 $B$  都可能



#### 考点 5. 抛体运动规律与机械能守恒定律的综合应用

例 5. 如图, 跳台滑雪运动员经过一段加速滑行后从  $O$  点水平飞出, 经  $3.0\text{ s}$  落到斜坡上的  $A$  点。已知  $O$  点是斜坡的起点, 斜坡与水平面的夹角  $=37^\circ$ , 运动员的质量  $m=50\text{ kg}$

不计空气阻力( $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ )。求：

A 点与 O 点的距离。

运动员离开 O 点的速度大小；

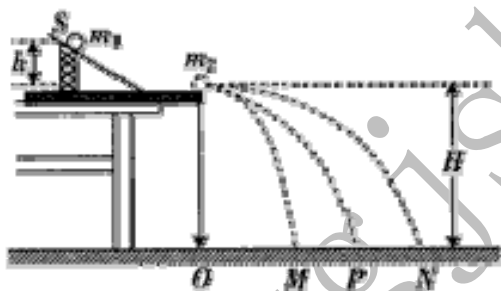
运动员落到 A 点时的动能。



#### 考点 6. 抛体运动规律与动量守恒的综合

例 6. 如图，用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律，即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系实验中，直接测定小球碰撞前后的速度是不容易的。但是，可以通过仅测量\_\_\_\_\_ (填选项前的符号)，间接地解决这个问题。

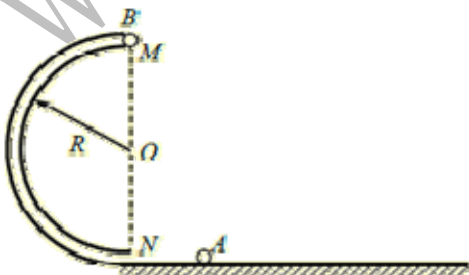
- A. 小球开始释放高度  $h$
- B. 小球抛出点距地面的高度  $H$
- C. 小球做平抛运动的射程



#### 考点 7. 抛体运动规律与动量、能量守恒的综合

例 7. 如图所示，圆管构成的半圆形竖直轨道固定在水平地面上，轨道半径  $R$ ， $MN$  为直径且与水平面垂直，直径略小于圆管内径的小球 A 以某一初速度冲进轨道，到达半圆轨道最高点 M 时与静止于该处的质量与 A 相同的小球 B 发生碰撞，碰后两球粘在一起飞出轨道，落地点距 N 为  $2R$ 。重力加速度为  $g$ ，忽略圆管内径，空气阻力及各处摩擦均不计，求：

- (1) 粘合后的两球从飞出轨道到落地的时间  $t$ ；
- (2) 小球 A 冲进轨道时速度  $v$  的大小。



## 第五节 圆周运动与万有引力定律



### 考点聚焦

1. 掌握描述圆周运动条件和向心力。
2. 掌握水平面和竖直平面内做圆周运动的受力情况。
3. 掌握万有引力定律及其应用，理解宇宙速度和人造地球卫星的原理及其运行规律，能够熟练分析有关人造地球卫星的问题。



### 考点梳理

#### 一、描述圆周运动的物理量

$$\text{线速度 } v = \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad \text{角速度 } \omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad \text{周期 } T = \frac{2\pi r}{v},$$

转速  $n=f$  ( $f$  的单位是  $\text{r/s}$  的条件下)

$$\text{向心加速度 } a = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = \omega v = r \frac{4\pi^2}{T^2} = r4\pi^2 f^2$$

$$\text{向心力 } F = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2 = mr \frac{4\pi^2}{T^2} = mr4\pi^2 f^2 = m\omega v$$

$$\text{相互关系 } v = r\omega = r \frac{2\pi}{T} = r2\pi f$$

#### 二、万有引力定律

(1) 内容：

$$(2) \text{ 表达式 } F = G \times \frac{Mm}{R^2}, \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

#### 三、万有引力定律的应用

(1) 天体质量  $M$ 、密度  $\rho$  的估算

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = mR \frac{4\pi^2}{T^2}, \quad \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3M}{4\pi R^3},$$

(2) 卫星的运行速度  $v$ 、周期  $T$  与半径  $R$  的关系

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}, \text{ 推得 } v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$G \frac{Mm}{R^2} = mR \frac{4\pi^2}{T^2}, \text{ 推得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}.$$

#### 四、三种宇宙速度

- (1) 第一宇宙速度,  $v_1=7.9 \text{ m/s}$
- (2) 第二宇宙速度,  $v_2=11.2 \text{ m/s}$
- (3) 第三宇宙速度,  $v_3=16.7 \text{ m/s}$

#### 五、近地卫星与同步卫星

##### (1) 近地卫星特点

轨道半径  $r$  近似等于地球半径  $R$ , 运行速度为  $7.9 \text{ km/s}$ , 运行周期  $T=85 \text{ min}$

##### (2) 地球同步卫星的“六个一定”

周期一定; 角速度一定; 轨道一定; 高度一定 ( $3.6 \times 10^4 \text{ km}$ );

环绕速率一定 ( $3.08 \text{ km/s}$ ); 向心加速度大小一定 ( $0.23 \text{ m/s}^2$ )

#### 六、求解天体运动问题的三大思维起点

##### 1. 力学上

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} = mR\omega^2 = mR \frac{4\pi^2}{T^2}, \quad G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

##### 2. 运动学上

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}, \omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}, a = \frac{GM}{R^2}$$

##### 3. 黄金代换式

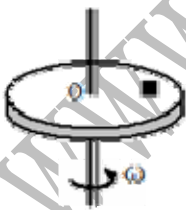
$$GM = gR^2$$



#### 考点精析

##### 考点 1. 水平面内匀速圆周运动

例 1. 如图所示, 小物块放在水平转盘上, 随盘同步做匀速圆周运动, 则下列关于物块受力情况的叙述正确的是 ( )。



- A. 受重力、支持力、静摩擦力和向心力的作用
- B. 摩擦力的方向始终指向圆心  $O$
- C. 摩擦力的方向始终与线速度的方向相同
- D. 静摩擦力提供使物块做匀速圆周运动的向心力

~~~~~母题迁移~~~~~

1. 如图所示, A 、 B 两球质量相等, 且由轻质细杆连着, 绕 O 点在光滑的水平面上以相同的角速度做匀速圆周运动, $OB = BA$, 则 ()。

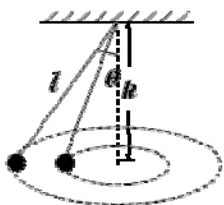


- A. 两段杆的拉力之比： $T_{AB} : T_{OB} = 2 : 1$
 B. 两段杆的拉力之比： $T_{AB} : T_{OB} = 3 : 2$
 C. 两段杆的拉力之比： $T_{AB} : T_{OB} = 1 : 2$
 D. 两段杆的拉力之比： $T_{AB} : T_{OB} = 2 : 3$



能力提升

1. 如图所示，两个质量不同的小球用长度不等的细线拴在同一点，并在同一水平面内做匀速圆周运动，则它们的（ ）

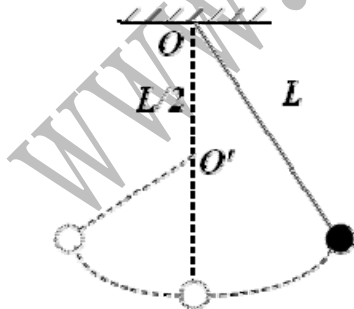


- A. 运动周期相同
 B. 运动线速度相同
 C. 运动角速度相同
 D. 向心加速度相同

考点 2. 竖直面内的圆周运动

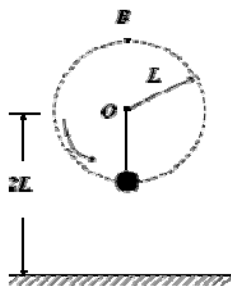
- 例 2. 如图所示，质量为 m 的小球用长为 L 的悬绳固定于 O 点，在 O 点的正下方 $L/2$ 处有一颗钉子 O' ，把悬线拉直与竖直方向成一定角度，由静止释放小球，当悬线碰到钉子的时候（ ）

- A. 小球的线速度突然增大
 B. 小球的向心加速度突然变大
 C. 小球的角速度突然增大
 D. 悬线的拉力突然增大



~~~~~母题迁移~~~~~

2. 如图所示，用长为 L 的轻绳把一个小铁球悬挂在高 $2L$ 的 O 点处，小铁球以 O 为圆心在竖直平面内做圆周运动且恰能到达最高点 B 处，若运动中轻绳断开，则小铁球落到地面时的速度大小为（ ）



- A. \sqrt{gL} B. $\sqrt{3gL}$ C. $\sqrt{5gL}$ D. $\sqrt{7gL}$



能力提升

2. 如图, 细杆的一端与一小球相连, 可绕过 O 点的水平轴自由转动现给小球一初速度, 使它做圆周运动, 图中 a、b 分别表示小球轨道的最低点和最高点, 则杆对球的作用力可能是()



- A. a 处为拉力, b 处为拉力
B. a 处为拉力, b 处为推力
C. a 处为推力, b 处为拉力
D. a 处为推力, b 处为推力

考点 3. 圆周运动的实例分析——汽车过桥

例 3. 汽车通过拱形桥顶点时速度为 20 m/s, 车对桥顶的压力为车重的 $\frac{5}{9}$ 要使汽车在桥顶对桥面没有压力, 车速至少为_____。

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 质量相等的两汽车以相同的速度  $v$  分别通过半径为  $R$  的凸型桥顶  $p$  与凹形桥底  $p'$  时两桥面所受的压力之比为\_\_\_\_\_。

### 考点 4. 圆周运动的实例分析——火车拐弯

例 4. 一段铁路转弯处, 内外轨高度差为  $h=10\text{ cm}$ , 弯道半径为  $r=625\text{ m}$ , 轨距  $l=1435\text{ mm}$ , 求这段弯道的设计速度  $v_0$  是多大?

### 考点 5. 万有引力定律的应用

例 5. 天文学家新发现了太阳系外的一颗行星, 这颗行星的体积是地球的 4.7 倍, 质量是地球的 25 倍, 已知某一近地卫星绕地球运动的周期约为 1.4 小时, 引力常量  $G=6.67 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ , 由此估算该行星的平均密度约为( )

- A.  $1.8 \times 10^3\text{ kg/m}^3$       B.  $5.6 \times 10^3\text{ kg/m}^3$   
C.  $1.1 \times 10^3\text{ kg/m}^3$       D.  $2.9 \times 10^3\text{ kg/m}^3$

~~~~~母题迁移~~~~~

5. 中子星是恒星演化过程的一种可能结构, 它的密度很大, 现有一中子星, 观测到它的自转周期为 $T=1/30\text{ s}$, 问该中子星的最小密度应该是多少才能维持该星的稳定, 不致因自转

而瓦解。计算时星体可视为均匀球体。(引力常量 $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$)



能力提升

5. 利用下列哪些数据可以计算出地球的质量 ()

- A. 地球的半径 R 和地面的重力加速度
- B. 卫星绕地球做匀速圆周运动的半径 r 和周期 T
- C. 卫星绕地球做匀速圆周运动的半径 r 和线速度 v
- D. 卫星绕地球做匀速圆周运动的线速度 v 和周期 T

考点 6. 同步卫星、卫星变轨问题

例 6. 2009 年 5 月, 航天飞机在完成对哈勃空间望远镜的维修任务后, 在 A 点从圆形轨道 I 进入椭圆轨道 II, B 为轨道 II 上的一点, 如图所示, 关于航天飞机的运动, 下列说法中正确的有 ()



- A. 在轨道 I 上经过 A 的速度小于经过 B 的速度
- B. 在轨道 I 上经过 A 的动能小于在轨道 II 上经过 A 的动能
- C. 在轨道 I 上运动的周期小于在轨道 II 上运动的周期
- D. 在轨道 I 上经过 A 的加速度小于在轨道 II 上经过 A 的加速度

~~~~~母题迁移~~~~~

6. 我国“嫦娥一号”探月卫星发射后, 先在“24 小时轨道”上绕地球运行 (即绕地球一圈需要 24 小时); 然后, 经过两次变轨依次到达“48 小时轨道”和“72 小时轨道”; 最后奔向月球。如果按圆形轨道计算, 并忽略卫星质量的变化, 则在每次变轨完成后与变轨前相比 ()

- A. 卫星动能增大, 引力势能减小
- B. 卫星动能增大, 引力势能增大
- C. 卫星动能减小, 引力势能减小
- D. 卫星动能减小, 引力势能增大

第六节 功和功率、动能定理



考点聚焦

1. 恒力做功和变力做功
2. 动能定理的应用



考点梳理

一、做功的两个必要因素 $W = Fx \cos \alpha$

二、正功与负功

- (1) 当 $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ 时, $W > 0$
- (2) 当 $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ 时, $W < 0$
- (3) 当 $\alpha = 90^\circ$ 时, $W = 0$

三、额定功率与实际功率

四、平均功率与瞬时功率

$$\bar{P} = \frac{W}{t}, \quad \bar{P} = F \cdot \bar{v} \cos \alpha, \quad P_{\text{瞬}} = F \cdot v_{\text{瞬}} \cos \alpha$$

五、动能定理

$$W_{\text{合}} = \Delta E_k, \quad F_{\text{合}} x = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

六、规律方法解读

1. 判断力是否做功的方法

- (1) 由做功的必要因素进行判断
- (2) 由能量的转化角度进行判断

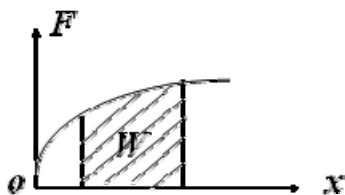
2. 常见的功的计算方法

- (1) 恒力做功 $W = Fx \cos \alpha$
- (2) 变力做功

$$\text{动能定理 } W = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\text{平均值法 } \bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2}, \quad W = \bar{F} x \cos \alpha$$

图像法

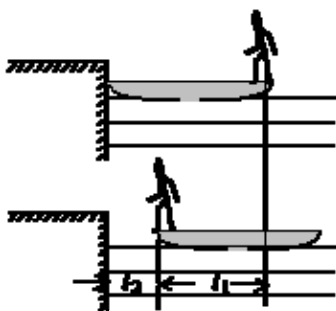




考点精析

考点 1. 动量定理

例 1. 质量为 m 的人站在质量为 M ，长为 L 的静止小船的右端，小船的左端靠在岸边。当他向左走到船的左端时，船左端离岸多远？



考点 2. 恒力做功和变力做功

例 2. 如图所示，质量为 m 的小球用长 L 的细线悬挂而静止在竖直位置。在下列三种情况下，分别用水平拉力 F 将小球拉到细线与竖直方向成 θ 角的位置。在此过程中，拉力 F 做的功各是多少？



用 F 缓慢地拉；

F 为恒力；

若 F 为恒力，而且拉到该位置时小球的速度刚好为零。

可供选择的答案有

A. $FL \cos \theta$

B. $FL \sin \theta$

C. $FL(1 - \cos \theta)$

D. $mgL(1 - \cos \theta)$

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 关于力对物体做功，以下说法正确的是 ( )

A. 一对作用力和反作用力在相同时间内做的功一定大小相等，正负相反

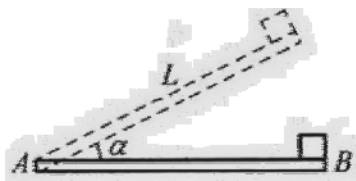
B. 不论怎样的力对物体做功，都可以用  $W = Fscos\alpha$

C. 合外力对物体不作功，物体必定做匀速直线运动

D. 滑动摩擦力和静摩擦力都可以对物体做正功或负功

#### 考点 3. 动能定理的应用

例 3. 如图所示，木板长为  $l$ ，板的 A 端放一质量为  $m$  的小物块，物块与板间的动摩擦因数为  $\mu$ 。开始时板水平，在绕 O 点缓慢转过一个小角度  $\theta$  的过程中，若物块始终保持与板相对静止。对于这个过程各力做功的情况，下列说法正确的是 ( )



- A. 摩擦力对物块所做的功为  $mglsin\theta(1-\cos\theta)$
- B. 弹力对物块所做的功为  $mglsin\theta\cos\theta$
- C. 木板对物块所做的功为  $mglsin\theta$
- D. 合力对物块所做的功为  $mg\cos\theta$

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 如图所示, AB 为 $1/4$ 圆弧轨道, 半径为 $R=0.8\text{ m}$, BC 是水平轨道, 长 $S=3\text{ m}$, BC 处的摩擦系数为 $\mu=1/15$, 今有质量 $m=1\text{ kg}$ 的物体, 自 A 点从静止起下滑到 C 点刚好停止。求物体在轨道 AB 段所受的阻力对物体做的功。



第七节 机械能守恒定律 能量转化和守恒定律



考点聚焦

1. 单个物体机械能守恒定律的应用
2. 多个物体组成的系统机械能守恒定律的应用
3. 功能原理和能量守恒定律的综合应用



考点梳理

一、机械能

1. 动能
2. 势能、重力势能、弹性势能
3. 重力做功的特点
4. 重力做功与重力势能变化的关系
5. 机械能

二、机械能守恒定律

1. 条件
2. 表达式

$$(1) E_k + E_p = E'_k + E'_p, (2) \Delta E_k = \Delta E_p, (3) \Delta E_A = \Delta E_B;$$

三、功能关系

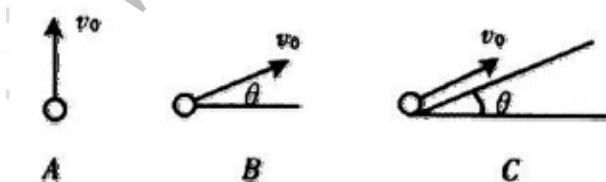
四、能量转化和守恒定律



考点精析

考点 1. 单个物体机械能守恒定律的应用

例 1. 如图所示，质量、初速度大小都相同的 A、B、C 三个小球，在同一水平面上，A 球竖直上抛，B 球以倾斜角 θ 斜向上抛，空气阻力不计，C 球沿倾角为 θ 的光滑斜面上滑，它们上升的最大高度分别为 h_A 、 h_B 、 h_C ，则（ ）



A. $h_A = h_B = h_C$

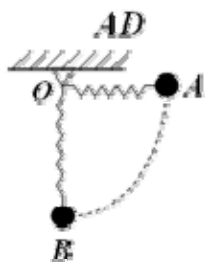
B. $h_A = h_B < h_C$

C. $h_A = h_C > h_B$

D. $h_A > h_B, h_A > h_C$

~~~~~母题迁移~~~~~

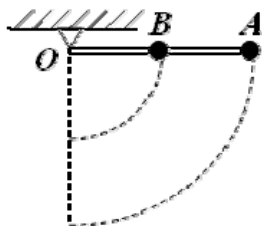
1. 如图所示，一轻弹簧固定于  $O$  点，另一端系一重物，将重物从与悬点  $O$  在同一水平面且弹簧保持原长的  $A$  点无初速度地释放，让它自由摆下，不计空气阻力，在重物由  $A$  点摆向最低点的过程中（ ）



- A. 重物的重力势能减少
- B. 重物的重力势能增大
- C. 重物的机械能不变
- D. 重物的机械能减少

### 考点 2. 多个物体组成的系统机械能守恒定律的应用

例 2. 如图所示，有一轻质杆  $OA$ ，可绕  $O$  点在竖直面内自由转动。在杆的另一端  $A$  点和中点  $B$  各固定一个质量为  $m$  的小球，设杆长为  $L$ ，开始时杆静止在水平位置，球释放后，杆转到竖直位置时， $A$ 、 $B$  两小球的速度各是多少？



~~~~~母题迁移~~~~~

2 一颗子弹水平射入置于光滑水平面上的木块 A 并留在 A 中， A 和木块 B 用一根弹性良好的轻弹簧连在一起，如图所示，则在子弹打击木块 A 及弹簧压缩的过程中，对子弹、两木块和弹簧组成的系统（ ）



- A. 动量守恒，机械能守恒
- B. 动量不守恒，机械能守恒
- C. 动量守恒，机械能不守恒
- D. 无法判断动量、机械能是否守恒

考点 3. 功能原理和能量守恒定律的综合应用

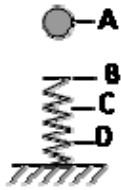
例 3. 运动员跳伞将经历加速下降和减速下降两个过程，将人和伞看成一个系统，在这两个过程中，下列说法正确的是（ ）

- A. 阻力对系统始终做负功
- B. 系统受到的合外力始终向下
- C. 重力做功使系统的重力势能增加
- D. 任意相等的时间内重力做的功相等

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 如图所示，一根轻弹簧下端固定，竖立在水平面上，其正上方  $A$  位置有一只小球。小球从静止开始下落，在  $B$  位置接触弹簧的上端，在  $C$  位置小球所受弹力大小等于重力，

在 D 位置小球速度减小到零。小球下降阶段下列说法中不正确的是 ( )



- A. 小球从 A 到 D 的过程，小球机械能守恒
- B. 在 C 位置小球动能最大
- C. 从 A 到 C 位置小球重力势能的减少大于小球动能的增加
- D. 从 A 到 D 位置小球重力势能的减少等于弹簧弹性势能的增加



### 能力提升

3. 如图所示，卷扬机的绳索通过定滑轮用力  $F$  拉位于粗糙斜面上的木箱，使之沿斜面加速向上移动，在移动过程中，下列说法正确的是 ( )

- A.  $F$  对木箱做的功等于木箱增加的动能与木箱克服摩擦力所做的功之和
- B.  $F$  对木箱做的功等于木箱克服摩擦力和克服重力所做的功之和
- C. 木箱克服重力做的功等于木箱增加的重力势能
- D.  $F$  对木箱做的功等于木箱增加的机械能与木箱克服摩擦力做的功之和

## 第二章 电磁学

### 第一节 点电荷



#### 考点聚焦

运用物质的微观模型和电荷守恒定律分析静电现象。

认识点电荷间的相互作用规律。

了解静电场



#### 考点梳理

##### 1. 电荷及电荷守恒定律

元电荷、点电荷、检验电荷

##### 2. 库仑定律

表达式  $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$  ,  $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

##### 3. 静电场

###### (1) 导体的静电平衡

内容：导体中（包括表面）没有电荷定向移动的状态叫做静电平衡状态。

条件：均匀导体达到静电平衡的条件是导体内部的合场强处处为零。

静电平衡内部电场的特点：

- 处于静电平衡状态的导体其内部合场强为零。
- 处于静电平衡的导体，其外部表面附近任何一点的场强方向跟该点的表面垂直。
- 处于静电平衡状态的整个导体是个等势体，它的表面是个等势面。

###### (2) 导体上的电荷分布：

静电平衡时，导体上的电荷分布有以下三个特点：

- 导体内部没有净电荷，正负净电荷只分布在导体的外表面。
- 导体内部无场强，表面场强垂直于表面且满足  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ 。
- 在导体表面，越尖锐的地方，电荷的面密度越大，凹陷的位置几乎没有电荷。称为尖端放电现象。

重要结论：

两平行放置的带电大金属板相向的两面上电荷面密度大小相等、符号相反；相背的两面上电荷面密度大小相等、符号相同。

###### (3) 有导体存在时静电场的分析与计算

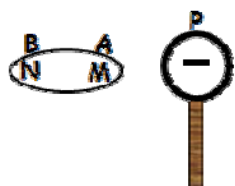
依据电荷守恒、静电平衡条件、高斯定律列方程求解；



#### 考点精析

##### 考点 1 静电平衡

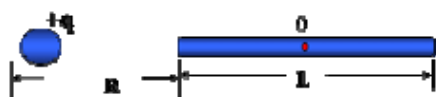
例 1. 如图所示在真空中把一绝缘导体 AB 向带负电的小球 P 缓慢的靠近时，下列说法正确的是（ ）



- A. B 端的感应电荷越来越多
- B. 导体内部场强越来越大
- C. 导体的感应电荷在 M 点产生的场强大于在 N 点产生的场强
- D. 导体的感应电荷在 M、N 两点产生的场强相等

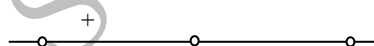
~~~~~母题迁移~~~~~

1. 长为 L 的导体棒原来不带电，现将一电荷量为 $+q$ 的点电荷放在与棒的左端距离为 R 的地方，如图所示。达到静电平衡后，棒上的感应电荷在棒内中点 O 处产生的场强有多大？方向如何？



考点 2 库仑定律

例 2. 如图所示，半径相同的两个金属小球 A、B 带有电荷量大小相等的电荷，相隔一定的距离。两球之间的相互吸引力大小为 F ，今用第三个半径相同的不带电的金属小球 C 先后与 A、B 两个球接触后移开，这时 A、B 两个球之间的相互作用力大小是（ ）

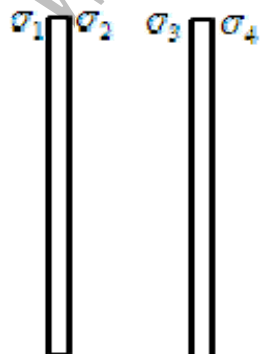


- A. $\frac{1}{8}F$
- B. $\frac{1}{4}F$
- C. $\frac{3}{8}F$
- D. $\frac{3}{4}F$



考点 3 静电平衡状态下，均匀带电导体上电荷的分布

例 3. 如图，两块均匀带电的大导体板，面积均为 S ，试证： $\sigma_1 = \sigma_4, \sigma_2 = -\sigma_3$ 。



第二节 电场与电势、电势能



考点聚焦

认识电场，会用电场线、电场强度描述电场。
由等势面、电场线判断电势、电场强度、电势差。
匀强电场中电场强度与电势差的关系。
电场力做功与电势能的综合应用。



考点梳理

1. 电场强度 E :

定义式 $E = \frac{F}{q}$

决定式 $E = k \frac{Q}{r^2}$

2. 电场线的性质

$\left\{ \begin{array}{l} \text{场强大小} \\ \text{场强方向} \\ \text{场强特点} \end{array} \right.$

3. 电势差、电势、电势能

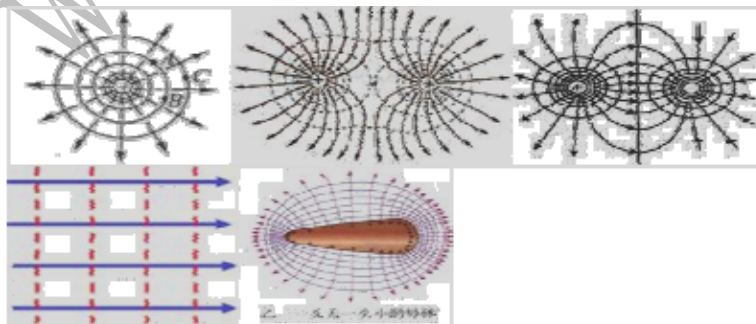
(1) 电势 $\varphi = \frac{E_p}{q}$; 电势差 $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$; 电势能 $E_p = q\varphi$

(2) 三者之间关系 $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{E_{pA}}{q} - \frac{E_{pB}}{q} = \frac{W_{AB}}{q}$ 。

(3) 电场力做的功 $W_{AB} = \Delta E_p = E_{pA} - E_{pB} = q(\varphi_A - \varphi_B)$

4. 电势与电场强度的分析 :

在同一等势面上移动电荷，电场力不做功。等势面一定与电场线垂直。电场线的方向由高等势面指向低等势面。

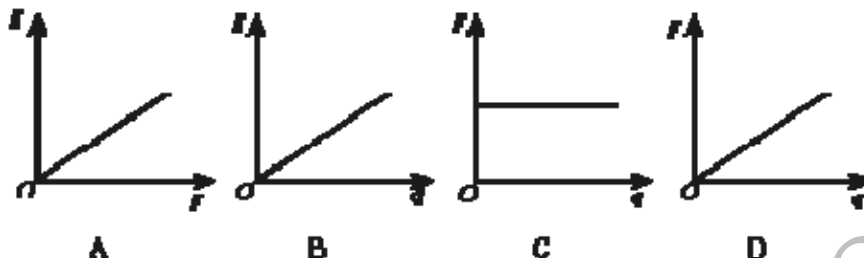




考点精析

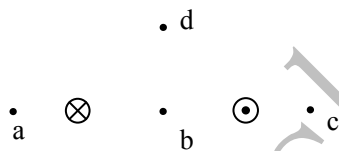
考点 1 场强与电势

例 1. 一个检验电荷 q 在电场中某点受到的电场力为 F , 以及这点的电场强度为 E , 图中能正确反映 q 、 E 、 F 三者关系的是()



考点 2. 等势与等势面

例 2. 如图, 两根相互平行的长直导线分别通有方向相反的电流 I_1 和 I_2 , 且 $I_1 > I_2$, a 、 b 、 c 、 d 为导线某一横截面所在平面内的四点, 且 a 、 b 、 c 与两导线共面; b 点在两导线之间, b 、 d 的连线与导线所在的平面垂直。磁感应强度可能为零的点是()



- A. a 点 B. b 点 C. c 点 D. d 点

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 在静电场中( )

- A. 电场强度处处为零的区域内, 电势也一定处处为零;
- B. 电场强度处处相同的区域内, 电势也一定处处相同;
- C. 电场强度的方向总是跟等势面垂直的;
- D. 沿着电场强度的方向, 电势总是不断降低的.

#### 考点 3. 电势、电势能

例 3. 某电场的电场线分布如图所示, 以下说法正确的是



- A.  $c$  点场强大于  $b$  点场强
- B.  $a$  点电势高于  $b$  点电势
- C. 若将一试电荷  $+q$  由  $a$  点释放, 它将沿电场线运动到  $b$  点
- D. 若在  $d$  点再固定一点电荷  $-Q$ , 将一试探电荷  $+q$  由  $a$  移至  $b$  的过程中, 电势能减小

~~~~~母题迁移~~~~~

3. (2002 年上海高考试题) 如图所示, 在粗糙水平面上固定一点电荷 Q , 在 M 点无初速

释放一帶有恒定电荷量的小物块，小物块在 Q 的电场中运动到 M 点静止，则从 M 点运动到 N 点的过程中（ ）



- A. 小物块所受电场力逐渐减小
- B. 小物块具有的电势能逐渐减小
- C. M 点的电势一定高于 N 点的电势
- D. 小物块电势能变化量的大小一定等于克服摩擦力做的功

第三节 带电粒子在电场中的运动



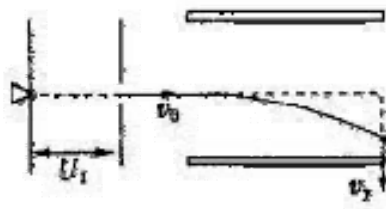
考点聚焦

带电粒子在加速场中的运动
带电粒子在偏转场中的运动
电容器的动态问题分析



考点梳理

一、带电粒子在电场中的运动



1. 带电粒子在加速场中的运动

$$\because U_1 q = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad \therefore v_0 = \sqrt{\frac{2 U_1 q}{m}}$$

2. 带电粒子在偏转场中的运动

$$v_x = v_0, \quad v_y = at = \frac{Eq}{m} \cdot \frac{L}{v_0} = \frac{U_2 q L}{d m v_0}, \quad y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_2 q}{d m} \cdot \frac{L^2}{v_0^2}$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{U_2 q L}{d m v_0^2} = \frac{U_2 L}{2 U_1 d}$$

二、电容器

$$1. \text{定义式 } C = \frac{Q}{U}$$

$$2. \text{决定式 } C = \frac{\epsilon S}{4 \pi k d}$$

3. 电容器的动态问题分析方法

(1) 首先要确定是 Q 不变还是 U 不变

电容器保持与电源相连, U 不变

电容器充电后断开电源, Q 不变

(2) 然后根据电容器的决定式来确定电容的变化

(3) 最后由电容器的定义式判定 Q 、 U 变化

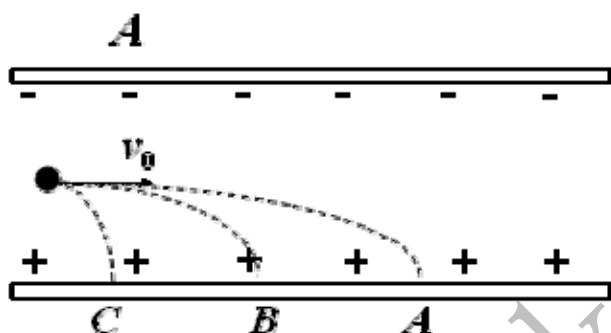


考点精析

考点 1. 带电粒子在匀强电场中的运动

例 1. 如图所示，有三个质量相等，分别带正电、负电、和不带电的小球，从平行板电场的中点以相同的初速度垂直于电场方向进入电场，它们分别落在 A、B、C 三点，可以判断（ ）

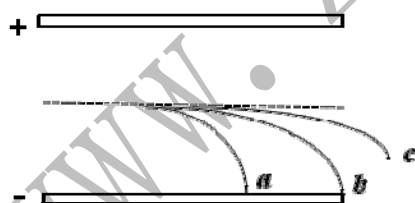
- A. 落在 A 点的小球带正电，落在 B 点的小球不带电
- B. 三个小球在电场中运动的时间相等
- C. 三个小球到达极板时的动能关系为 $E_{kA} > E_{kB} > E_{kC}$
- D. 三个小球在电场中运动时的加速度关系为 $a_A > a_B > a_C$



~~~~~母题迁移~~~~~

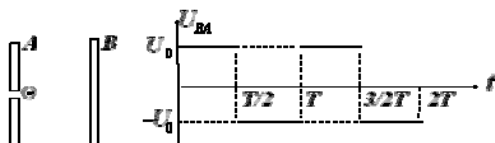
1. 三个  $\alpha$  粒子同时在一地点沿同一方向垂直飞入同一偏转电场，出现了如图所示的轨迹，由此可以判断（ ）

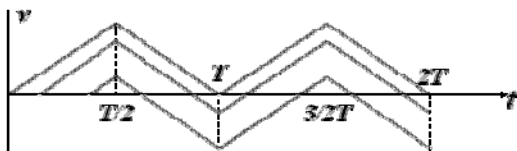
- A. 在 b 飞离电场的同时，a 刚好打在其极板上
- B. b 和 c 同时飞离电场
- C. 进入电场时，c 的速度最大，a 的速度最小
- D. 动能的增加值 c 最小，a 和 b 一样大



#### 考点 2. 带电粒子在交变电场中的运动

例 2. 如图所示，A、B 是一对平行的金属板，在两板间加上一周期为  $T$  的交变电压  $U$ ，A 板的电势  $\varphi_A = 0$ ，B 板的电势  $\varphi_B$  随时间的变化规律如图所示。现有一电子从 A 板上的小孔进入两板间的电场区域内，设电子的初速度和重力的影响可忽略，则（ ）



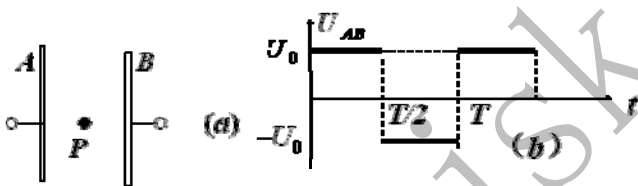


- A. 若电子是在  $t=0$  时刻进入的, 它将一直向 B 板运动  
 B. 若电子是在  $t=T/8$  时刻进入的, 它可能时而向 B 板运动, 时而向 A 板运动, 最后打在 B 板上  
 C. 若电子是在  $t=3/8T$  时刻进入的, 它可能时而向 B 板运动, 时而向 A 板运动, 最后打在 B 板上  
 D. 若电子是在  $t=T/2$  时刻进入的, 它可能时而向 B 板运动, 时而向 A 板运动

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 如图 (a) 所示, 两平行正对的金属板 A、B 间加有如图 (b) 所示的交变电压, 一重力可忽略不计的带正电粒子被固定在两板的正中间 P 处, 若在 t_0 时刻释放该粒子, 粒子会时而向 A 板运动, 时而向 B 板运动, 并最终打在 A 板上。则 t_0 可能属于的时间段是 ()

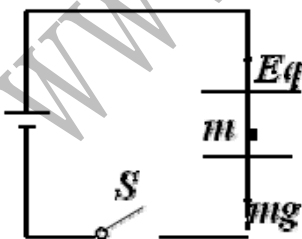
- A. $0 < t_0 < \frac{T}{4}$ B. $\frac{T}{2} < t_0 < \frac{3T}{4}$ C. $\frac{3T}{4} < t_0 < T$ D. $T < t_0 < \frac{9T}{8}$



考点 3. 电容器的动态问题分析

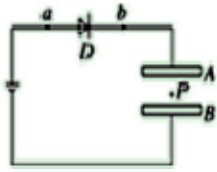
例 3. 如图所示, 两极板间距为 d 的平行板电容器与一电源连接, 开关 S 闭合, 电容器两板间有一质量为 m , 带电荷量为 q 的粒子静止不动, 下列叙述中正确的是 ()

- A. 粒子带正电
 B. 电源电压的大小等于 mgd/q
 C. 断开开关 S, 粒子将向下做加速运动
 D. 保持开关 S 闭合, 把电容器两极板间距离增大, 粒子将向下做加速运动。



~~~~~母题迁移~~~~~

3. 如图所示, D 是一只二极管, AB 是平行板电容器, 在电容器两极板间有一带电微粒 P 处于静止状态, 当两极板 A 和 B 间的距离增大一些的瞬间 (两极板仍然平行), 带电微粒 P 的运动情况是 ( )



- A. 向下运动
- B. 向上运动
- C. 仍静止不动
- D. 不能确定

## 第四节 磁场对电流和运动电荷的作用



### 考点聚焦

- |               |                                                                                                                |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 磁场对电流的作用   | <ul style="list-style-type: none"> <li>对磁场、磁感线概念和安培定则的理解</li> <li>对磁通量概念的理解</li> <li>左手定则及安培力的理解与运用</li> </ul> |
| 2. 磁场对运动电荷的作用 | <ul style="list-style-type: none"> <li>洛伦兹力、左手定则的理解与应用</li> <li>带电粒子在有界场中的运动</li> </ul>                        |



### 考点梳理

#### 一、磁场对电流的作用

##### 1. 基本概念

磁通量，磁感应强度，磁感线的特点

磁通量：大小  $\Phi = BS \sin \theta$

磁感应强度：

大小： $B = \frac{F}{IL}$ ，是磁场的一种特性，与  $FIL$  等无关。

方向：放入其中小磁针  $N$  极的受力方向（静止时  $N$  极的指向）

放入其中小磁针  $S$  极的受力的反方向（静止时  $S$  极的反指向）

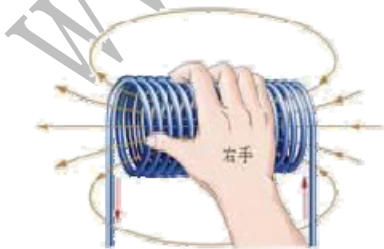
磁感线：形象描述磁场强弱和方向的假想的曲线。

磁体外部： $N$  极到  $S$  极；磁体内部： $S$  极到  $N$  极。

磁感线上某点的切线方向为该点的磁场方向；磁感线的疏密表示磁场的强弱。

##### 2. 基本规律

电流的磁场



安培定则

安培力大小，方向

计算公式： $F = ILB \sin \theta = I \perp LB$  式中： $\theta$  是  $I$  与  $B$  的夹角。

**注意：**电流与磁场平行时，电流在磁场中不受安培力；电流与磁场垂直时，电流在磁场中受安培力最大： $F = BIL$ 。



$$0 \leq F \leq ILB$$

安培力的方向：左手定则——左手掌放入磁场中，磁感线穿过掌心，四指指向电流方向，大拇指指向为通电导线所受安培力的方向。



判断安培力作用下的通电导线运动趋势的方法：

结论法：两平行直线电流相互作用，没有转动趋势，同向电流相互吸引，异向电流相互排斥；两不平行直线电流相互作用，有转向平行且电流方向相同的趋势。等效法：环形电流等效成小磁针，通电螺线管等效成条形磁铁；反之亦成立。电流元法：把整段弯曲导线分成多段直流电流元，先用左手定则判断每段电流元的受力情况，再判断整段导线所受合力的方向，再判断运动趋势。

## 二、磁场对运动电荷的作用

### 1. 基本概念

洛伦兹力：大小  $f = qvB$ ，作用，方向判定

当  $v \perp B$  时，洛伦兹力最大， $f = Bvq$ ，

当  $v \parallel B$  时，洛伦兹力最小， $f = 0$

洛伦兹力始终与电荷运动方向垂直，只改变电荷的运动方向，不对电荷做功。

### 2. 基本运动规律

带电粒子在匀强磁场中运动（不计其它作用）：

当  $v \parallel B$  时， $f = 0$ ，所以带电粒子以速度  $v$  做匀速直线运动

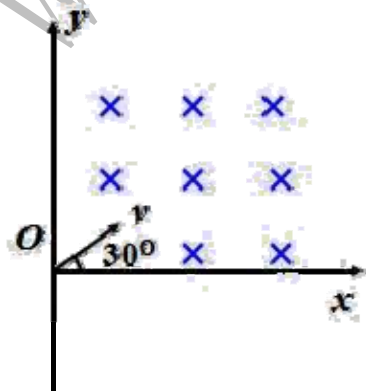
当  $v \perp B$  时， $f = Bvq$ ，所以带电粒子在垂直于磁感线的平面内以入射速度  $v$  做匀速圆周运动

$$qvB = m \frac{v^2}{R} = mR \frac{4\pi^2}{T^2} = mR4\pi^2 f^2, R = \frac{mv}{Bq}, T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{Bq}.$$

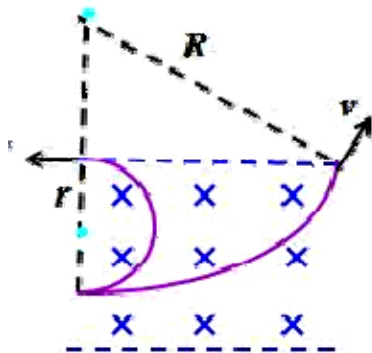
### 3. 方法应用

带电粒子在磁场中运动的多解问题

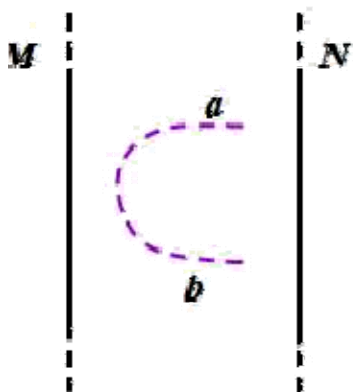
带电粒子电性不确定形成多解



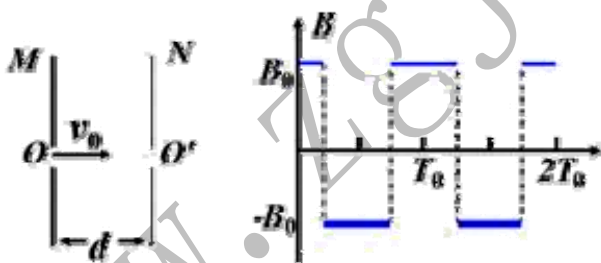
临界状态不唯一形成多解



磁场方向不确定形成多解



运动的重复性形成多解



### 考点精析

#### 考点 1. 对磁场、磁感线概念的理解

例题 1. 关于磁感应强度  $B$ ，下列说法中正确的是（ ）

- A. 磁场中某点  $B$  的大小，跟放在该点的试探电流元的情况有关
- B. 磁场中某点  $B$  的方向，跟放在该点的试探电流元所受磁场力方向一致
- C. 在磁场中某点的试探电流元不受磁场力作用时，该点  $B$  值大小为零
- D. 在磁场中磁感线越密集的地方，磁感应强度越大

~~~~~母题迁移~~~~~

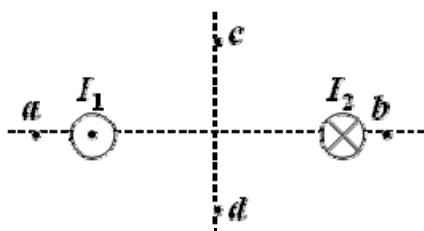
1. 两根通电的长直导线平行放置，电流分别为 I_1 和 I_2 ，电流的方向如图所示，在与导线垂直的平面上有 a、b、c、d 四点，其中 a、b 在导线横截面连线的延长线上，c、d 在导线横截面连线的垂直平分线上，则导体中的电流在这四点产生的磁场的磁感应强度可能为零的是（ ）

A. a 点

B. b 点

C. c 点

D. d 点



考点 2.对磁通量概念的理解

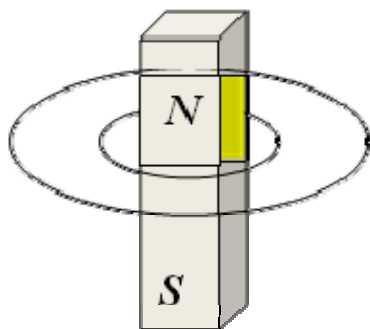
例 2. 如图所示，两个同心放置且共面的金属圆环，条形磁铁穿过圆心且与两环面垂直，通过两环的磁通量分别为 Φ_a 、 Φ_b ，则 ()

A. $\Phi_a > \Phi_b$

B. $\Phi_a < \Phi_b$

C. $\Phi_a = \Phi_b$

D. 不能确定



母题迁移

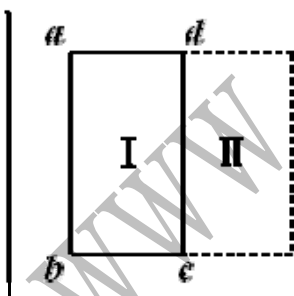
2. 如图所示，通有恒定电流的导线 MN 与闭合金属框共面，第一次将金属框由 平移到，第二次将金属框绕 cd 边翻转到，设先后两次通过金属框的磁通量变化量分别为 Φ_1 和 Φ_2 ，则 ()

A. $\Phi_1 > \Phi_2$

B. $\Phi_1 = \Phi_2$

C. $\Phi_1 < \Phi_2$

D. 不能判断



考点 3.左手定则及安培力的理解与运用

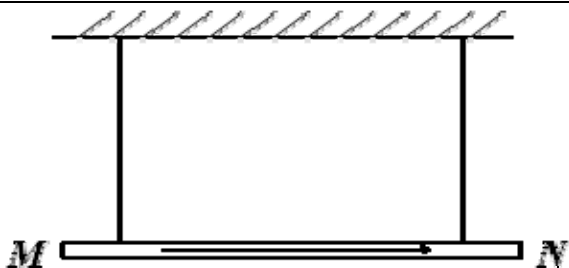
例 3. 如图所示，用两根相同的细绳水平悬挂一段均匀载流直导线 MN，电流 I 的方向是从 M 到 N，绳子的拉力均为 F，为使 $F = 0$ ，可能达到要求的方法是 ()

A. 加水平向右的磁场

B. 加水平向左的磁场

C. 加垂直纸面向里的磁场

D. 加垂直纸面向外的磁场



~~~~~母题迁移~~~~~

3. 如图所示, 在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上, 垂直纸面放置一根长为  $L$ , 质量为  $m$  直导体棒, 在导体棒中的电流  $I$  垂直纸面向里时, 欲使导体棒静止在斜面上, 则下列外加匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小和方向正确的是 ( )



- A.  $B = mg \frac{\sin \theta}{IL}$ , 方向垂直斜面向上
- B.  $B = mg \frac{\sin \theta}{IL}$ , 方向垂直斜面向下
- C.  $B = mg \frac{\cos \theta}{IL}$ , 方向垂直斜面向下
- D.  $B = mg \frac{\cos \theta}{IL}$ , 方向垂直斜面向上

#### 考点 4. 洛伦兹力、左手定则的理解与应用

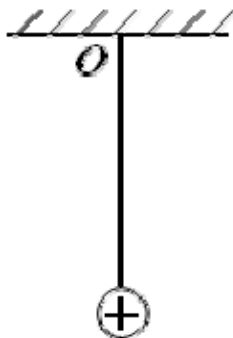
例 4. 来自宇宙的质子流, 以与地球表面垂直的方向射向赤道上空的某一点, 则这些质子在进入地球周围的空间时, 将 ( )

- A. 竖直向下沿直线射向地面
- B. 相对于预定地点, 稍向东偏转
- C. 相对于预定地点, 稍向西偏转
- D. 相对于预定地点, 稍向北偏转

~~~~~母题迁移~~~~~

4. 如图所示, 有一带正电的小球用绝缘细线悬挂在 O 点, 在下列哪些情况下, 细线中的拉力大于小球的重力 ()

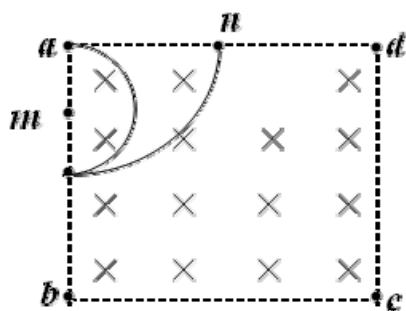
- A. 加一个匀强磁场, 磁场方向垂直纸面向里, 小球静止
- B. 加一个匀强电场, 电场的方向竖直向下, 小球静止
- C. 将小球偏离竖直方向一定角度, 然后从静止开始下落到最低位置的瞬间
- D. 将小球偏离竖直方向一定角度, 然后使小球在水平面内做匀速圆周运动



考点 5. 带电粒子在有界场中的运动

例 5. 如图所示，正方形区域 $abcd$ 中充满匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里，一个氢核从 ab 边的中点 m 沿着既垂直于 ab 边又垂直于磁场的方向，以一定速度射入磁场，正好从 ad 边中点 n 射出磁场。若将磁场的磁感应强度变为原来的 2 倍，其它条件不变，则这个氢核射出磁场的位置是 ()

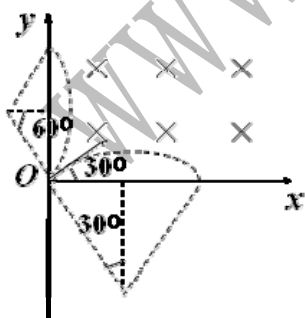
- A. 在 b 、 n 之间 B. 在 n 、 a 之间
C. a 点 D. 在 a 、 m 之间



母题迁移

5. 如图所示，在第一象限内有垂直纸面向里的匀强磁场，一对正、负电子分别以不同的速率沿着与 x 轴成 30° 角的方向从原点射入磁场，它们的轨道半径之比为 $1:3$ ，则正、负电子在磁场中运动时间之比为 ()

- A. $1:2$ B. $2:1$ C. $1:3$ D. $3:1$



第五节 楞次定律、法拉第电磁感应定律



考点聚焦

1. 知道楞次定律的内容，会用楞次定律进行解题。
2. 掌握法拉第电磁感应定律以及两个推论，利用电磁感应定律计算感应电动势。



考点梳理

一、楞次定律

1. 磁通量，磁通量的变化量，磁通量的变化率
2. 楞次定律：感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，即“增反减同”。适用于闭合电路（环形、矩形等）中磁通量的变化而产生感应电流方向的判定。
3. “阻碍”不仅有“反抗”的含义，还有“补偿”的含义：反抗磁通量的增加，补偿磁通量的减少；并不仅仅是阻止。

二、法拉第电磁感应

1. 电磁感应定律的表达式

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \text{主要应用于求 } t \text{ 时间内的平均感应电动势}$$

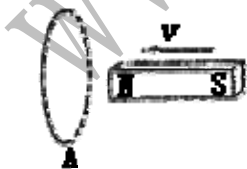


考点精析

考点 1. 楞次定律

例 1. 如图所示，A 是一个具有弹性的位置固定的线圈，当磁铁迅速接近线圈时，线圈 A 将（ ）

- A. 当 N 极接近时扩大，S 极接近时缩小
- B. 当 S 极接近时扩大，N 极接近时缩小
- C. N 极和 S 极接近时都扩大
- D. N 极和 S 极接近时都缩小



~~~~~母题迁移~~~~~

1. 2000 年底，我国宣布已研制成功一辆高温超导磁悬浮高速列车的模型车，该车的车速已达到 500km/h，可载 5 人，如图所示就是磁悬浮的原理，图中 A 是圆柱形磁铁，B 是用高温超导材料制成的超导圆环，将超导圆环 B 水平放在磁铁 A 上，它就能在磁力的作用下悬浮在磁铁 A 的上方空中（ ）

- A. 在 B 放入磁场的过程中，B 中将产生感应电流。稳定后，感应电流消失
- B. 在 B 放入磁场的过程中，B 中将产生感应电流。稳定后，感应电流仍存在

C. 如果 A 的 N 极朝上, 则 B 中感应电流的方向如图所示

D. 如果 A 的 N 极朝上, 则 B 中感应电流的方向与图中所示的方向相反



考点 2. 感应电流的产生与判定

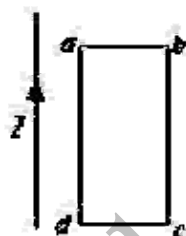
例 2. 如图所示, 竖直放置的长直导线通以恒定电流, 有一矩形线框与导线在同一平面内, 在下列情况中线圈产生感应电流的是 ()

A. 导线中电流变大

B. 线框向右平动

C. 线框以直导线为轴转动

D. 线框以 ab 边为轴转动



母题迁移

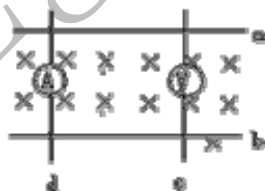
2. 如图所示, a 、 b 是两平行金属导轨, 匀强磁场垂直导轨平面, c 、 d 是分别串有电压表和电流表的金属棒, 它们与导轨接触良好。当 c 、 d 以相同的速度向右运动时, 下列说法中正确的是 ()

A. 两表均无示数

B. 两表均有示数

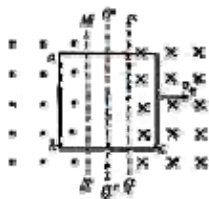
C. 电流表有示数, 电压表无示数

D. 电流表无示数, 电压表有示数



考点 3. 法拉第电磁感应定律

例 3. 如图所示, 空间存在两个磁场, 磁感应强度大小均为 B , 方向相反且垂直纸面, MN 、 PQ 为其边界, OO' 为其对称轴。一导线折成边长为 l 的正方形闭合回路 $abcd$, 回路在纸面内以恒定速度 v_0 向右运动, 当运动到关于 OO' 对称的位置时 ()



A. 穿过回路的磁通量为零

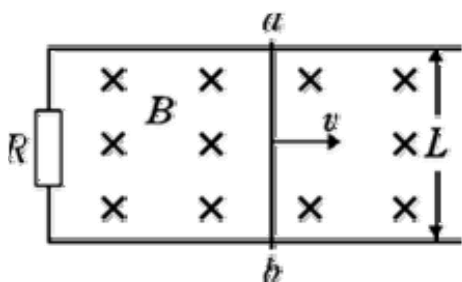
B. 回路中感应电动势大小为 $2Blv_0$

- C. 回路中感应电流的方向为顺时针方向
D. 回路中 ab 边与 cd 边所受安培力方向相同

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 如图，处于同一水平面内的光滑金属导轨平行放置，相距为  $L$ ，左端连接有阻值为  $R$  的电阻。一导体棒  $ab$  垂直于导轨放置，电阻值也为  $R$ ，回路中其余电阻不计。整个装置处于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面垂直。当导体棒  $ab$  受水平外力作用以速度  $v$  匀速向右滑动时，求：

- (1) 导体棒中的电流大小及方向。  
(2) 导体棒的发热功率。  
(3) 水平外力  $F$  的大小和方向。





## 第六节 高斯定理



### 考点梳理

#### 一、基本概念

1. 电通量：通过电场中任一面的电场线数称为通过该面的电通量 用表示

均匀电场， $S$  与电场方向垂直  $\Phi_e = ES$

均匀电场， $S$  法线方向与电场方向成角  $\Phi_e = ES \cos \theta = \vec{E} \cdot \vec{S}$

电场不均匀， $S$  为任意曲面  $d\Phi_e = EdS \cos \theta = \vec{E} \cdot d\vec{S}$

$$\Phi_e = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$S$  为任意闭合曲面，外法线方向规定为面元矢量正向。

$$\Phi_e = \oint_S EdS \cos \theta = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

规定：面元方向为由闭合面内指向面外的法线方向

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

$\vec{E} \cdot d\vec{S} < 0$  电场线穿入

$\vec{E} \cdot d\vec{S} > 0$  电场线穿出

## 二、基本规律

### 1. 静电场的高斯定理

在真空中的静电场内，任一闭合面上的电通量等于这闭合面所包围的电量的代数

$$\text{和除以 } \varepsilon_0, \Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum_i q_i}{\varepsilon_0}$$

$$\text{对连续带电体，高斯定理为 } \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int dq$$

### 2. 高斯定理的应用

高斯定理——适用于静电场、变化电场，是电磁理论的基本方程之一。

库仑定律——只适用于静电场。



### 考点精析

求均匀带电球面的电场。(已知  $R$ 、 $q > 0$ )

~~~~~母题迁移~~~~~

求均匀带电球体的电场。(已知 q 、 R)

第七节 电磁场的综合应用



考点聚焦

1. “磁偏转”与“电偏转”的差别
2. 带电粒子在电场、磁场中的运动
3. 带电粒子在复合场中运动的应用



考点梳理

一、“磁偏转”与“电偏转”的差别

| | 磁偏转 | 电偏转 |
|------|-----------------------------------|---|
| 受力特征 | $v \perp B$
洛伦兹力是变力与速度有关 | $F = Eq$
电场力是恒力与速度无关 |
| 运动规律 | 粒子做变速曲线运动
规律可从时空两个侧面分析 | 粒子做匀变速曲线运动
规律可从平行和垂直场强方向分析 |
| 偏转情况 | 粒子的运动方向所能偏转的角度不受限制
相等时间内偏转角度相等 | 粒子的运动方向所能偏转的角度受到 $< \pi/2$ 限制
相等时间偏转角度往往是不等的 |
| 动能变化 | 由于 $f \perp v$, 所以动能的数值保持不变 | 由于与粒子的运动速度方向间的夹角越来越小, 所以动能将不断增大 |

二、带电粒子在电场、磁场中的运动

1. 带电粒子在电场中的运动
2. 带电粒子在磁场中的运动
3. 带电粒子在复合场中的运动

三、带电粒子在复合场中运动情况的分析方法

1. 弄清复合场的组成, 一般有磁场、电场的复合; 磁场、重力场的复合; 磁场、重力场、电场三者的复合。

2. 正确进行受力分析, 除重力、弹力、摩擦力外要特别注意静电力和磁场力的分析。

3. 确定带电粒子的运动状态, 注意运动情况和受力情况相结合。

4. 对于粒子连续通过几个不同情况的场的问题, 要分阶段进行处理。

5. 画出粒子运动轨迹, 灵活选择不同的运动规律

(1) 当带电粒子做匀速直线运动时, 根据受力平衡列方程求解

(2) 当带电粒子在复合场中做匀速圆周运动时, 应用牛顿运动定律和圆周运动规律求

解

(3) 当带电粒子做复杂曲线运动时, 一般用动能定理或能量守恒定律求解

- B. 速度选择器中的磁场方向垂直于纸面向外
C. 能通过狭缝 P 的带电粒子的速度等于 E/B
D. 粒子打在胶片上的位置越靠近狭缝 P, 粒子的比荷越小

考点 3. 带电粒子在复合场中的运动

例 3. 在如图所示的空间里, 存在垂直于纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度为 $B = 2\pi m/q$, 在竖直方向存在交替变化的匀强电场 (竖直向上为正), 电场大小为 $E_0 = mg/q$. 一倾角为 θ 、长度足够的光滑绝缘斜面放置在此空间, 斜面上有一质量为 m , 带电量为 $-q$ 的小球, 从 $t = 0$ 时刻由静止开始沿斜面下滑, 设第 5 秒内小球不会离开斜面, 重力加速度为 g . 求:

- (1) 小球第一秒末的速度
(2) 小球在 2 秒内的位移
(3) 第 6 秒内小球离开斜面的最大距离

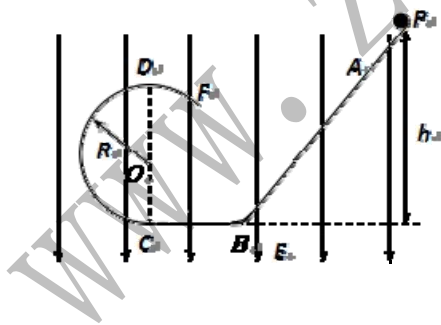


~~~~~母题迁移~~~~~

3. 放置在竖直平面内的光滑绝缘轨道如图所示, 其中  $BC$  为水平面斜面  $AB$  与  $BC$  通过较小光滑圆弧连接,  $CDF$  是半径为  $R$  ( $R$  大小未知) 的圆形轨道。一个质量为  $m$ 、带电量为  $-q$  的小球, 从距水平面  $BC$  高  $h$  处的  $P$  点由静止下滑, 小球恰能通过竖直圆形轨道的最高点  $D$  而作圆周运动。试求:

- (1) 圆形轨道半径  $R$  的大小;

(2) 现在竖直方向加方向竖直向下的足够大的匀强电场, 且电场强度满足  $mg = 2qE$ , 若仍从  $P$  点由静止释放该小球, 试判断小球能否通过圆形轨道的最高点  $D$ 。若不能, 说明理由; 若能, 求出小球在  $D$  点时对轨道的压力。



## 第三章 恒定电流



### 考点聚焦

1. 知道闭合电路的欧姆定律，知道电源的电动势和内阻。
2. 知道焦耳定律，了解焦耳定律在生活、生产中的应用。



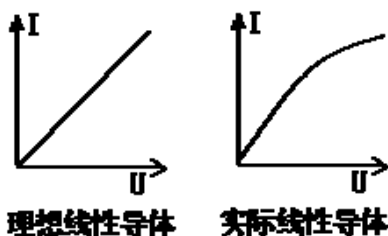
### 考点梳理

#### 一、部分电路欧姆定律、伏安特性曲线

1. 欧姆定律：导体中的电流与这段导体的两端的电压成正比，与这段导体的电阻成反比。

公式： $I=U/R$

2. 伏安特性曲线



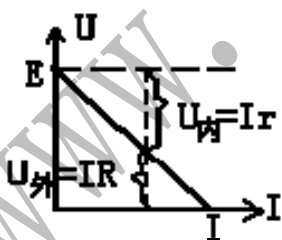
#### 二、闭合电路

1. 欧姆定律：闭合电路中的电流跟电源的电动势成正比，跟内、外电路的电阻之和成反比。 $I=E/(R+r)$

2. 路端电压  $U$  随外电阻  $R$  变化的讨论

- (1) 外电路的电阻增大时， $I$  减小，路端电压升高
- (2) 外电路断开时， $R=\infty$ ，路端电压  $U=E$
- (3) 外电路短路时， $R=0$ ，路端电压  $U=0$   $I=E/r$

3. 路端电压跟电流强度的关系：



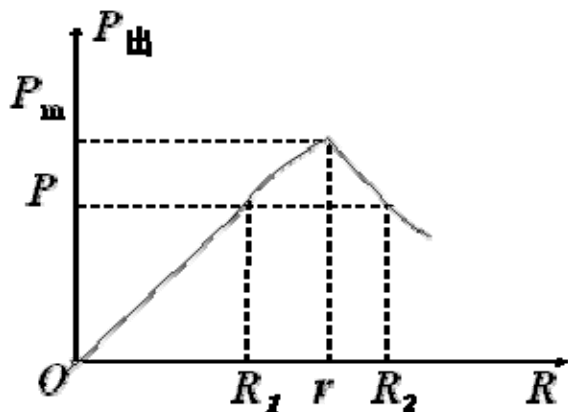
4. 闭合电路中的几种功率

- (1) 电源的总功率  $P = IE = I(U + U')$ ；

- (2) 电源内部消耗的功率  $P' = I^2 r = UI' = \frac{U'^2}{r}$ ；

- (3) 电源的输出功率  $P_{\text{出}} = P - P' = IE - I^2 r = UI$ ；

$$(4) \text{电源的最大输出功率 } P_{\text{出}} = UI = I^2 R = \frac{E^2}{(R+r)^2} R = \frac{E^2 R}{(R-r)^2 + 4Rr} = \frac{E^2}{\frac{(R-r)^2}{R} + 4r}$$



### 三、焦耳定律

内容：电流通过导体产生的热量跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电的时间成正比。

$$\text{数学表达式：} Q = I^2 R t \text{ (适用于所有电路)}; Q = I^2 R t = IU t = \frac{U^2}{R} t \text{ (适用于纯}$$

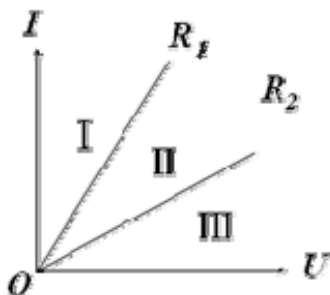
电阻电路)



### 考点精析

#### 考点1. 伏安特性曲线

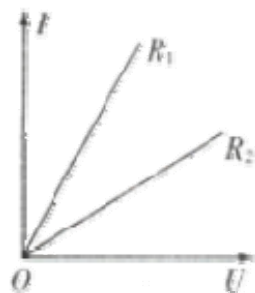
例 1. 下图是阻值不同的两个电阻的电流随电压变化的关系图线，由图线可知 ( )



- A.  $R_1 < R_2$
- B.  $R_1$ 、 $R_2$  串联后的总电阻的  $I$ - $U$  图线在区域
- C.  $R_1$ 、 $R_2$  并联后的总电阻的  $I$ - $U$  图线在区域
- D.  $R_1$ 、 $R_2$  并联后的总电阻的  $I$ - $U$  图线在区域

#### 考点2. 闭合电路欧姆定律

例 2. 小明通过实验得到两个定值电阻  $R_1$ 、 $R_2$  对应的  $U$ - $I$  关系图象，如图所示。由图象得出，当电阻一定时，通过导体电流与导体两端的电压成\_\_\_\_\_关系；定值电阻  $R_1$ \_\_\_\_\_ $R_2$  (填“<”“>”或“=”)。



~~~~~母题迁移~~~~~

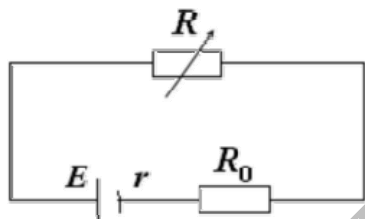
2. 如图所示，是某导体的伏安特性曲线，由图可知（ ）

- A. 导体的电阻是 $25\ \Omega$
- B. 导体的电阻是 0.04
- C. 当导体两端的电压是 10 V 时，通过导体的电流是 0.4 A
- D. 当通过导体的电流是 0.1 A 时，导体两端的电压是 2.5 V

考点 3. 闭合电路中的几种功率

例 3. 如图所示电路中，已知电源电动势 $E=10\text{ V}$ ，内电阻 $r=4\ \Omega$ ， $R_0=1\ \Omega$ ，滑动变阻器 R 的最大阻值为 $10\ \Omega$ 。当改变滑动变阻器的触头位置时，问

- (1) R 调到多大时， R_0 的功率最大？最大功率是多少？
- (2) R 调到多大时， R 的功率最大？最大功率是多少？
- (3) R 调到多大时，电源的输出功率最大？最大功率是多少？



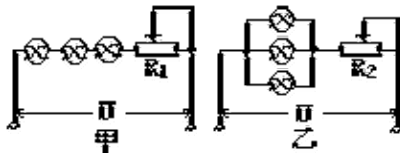
考点 4. 焦耳定律

例 4. 下列电器中，是主要利用焦耳定律来工作的是（ ）

- A. 洗衣机
- B. 电热水煲
- C. 电风扇
- D. 电视机

~~~~~母题迁移~~~~~

4. 把 6 个相同的小灯泡如图所示接成甲、乙两种形式，调节变阻器  $R_1$  和  $R_2$  使灯泡都能正常发光，这时电路消耗的电功率分别为  $P_1$  和  $P_2$ ，则  $P_1$  和  $P_2$  的大小关系为（ ）



- A.  $P_1 > 3P_2$
- B.  $P_2 > 3P_1$
- C.  $P_1 = 3P_2$
- D.  $P_2 = 3P_1$



## 第四章 热学部分



### 考点聚焦

1. 分子动理论
2. 温度、内能
3. 热力学两大定律及永动机
4. 气体及相关定律



### 考点梳理

#### 一、分子动理论

##### 1. 物质是由大量分子组成

(2) 分子的大小：数量级  $10^{-10}\text{m}$

(2) 分子的质量：数量级  $10^{-27}$ —— $10^{-26}\text{kg}$

(3) 阿伏伽德罗常数：1mol 的任何物质所含的粒子数。 $N_A=6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$

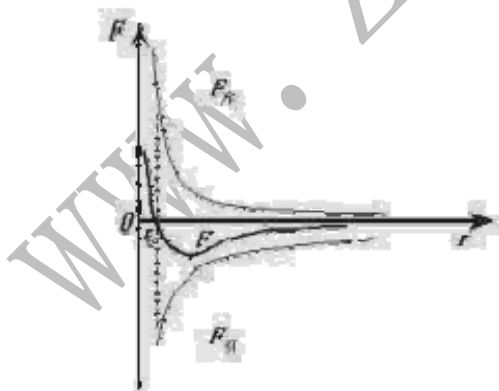
##### 2. 分子永不停息地做无规则运动：热运动

(1) 扩散现象

(2) 布朗运动

布朗运动特点：(1) 对象：小颗粒而不是分子；(2) 实质：布朗运动不是分子的运动，而是悬浮在液体（或气体）中颗粒的运动，是宏观现象。(3) 特点：永不停息、运动无规则，其激烈程度与颗粒大小和环境温度有关。颗粒越小、温度越高布朗运动越显著；

##### 3. 分子间存在着相互作用力



(1)  $r = r_0$  ( $10^{-10}\text{m}$ ) 时  $F_{引} = F_{斥}$ ，分子力  $F_{分}=0$ ，处于平衡状态；

(2)  $r < r_0$  时，随  $r$  的减小， $F_{引}$ 、 $F_{斥}$  都增大， $F_{斥}$  比  $F_{引}$  增大的快， $F_{引} < F_{斥}$ ，分子力表现为斥力， $r$  减小，分子力增大。

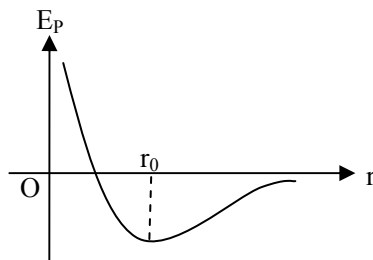
(3)  $r > r_0$  时，随  $r$  的增加， $F_{引}$ 、 $F_{斥}$  都减小， $F_{斥}$  比  $F_{引}$  减小的快， $F_{引} > F_{斥}$ ，分子表现为引力。

#### 二、温度、内能

##### 1. 分子动能：大量做热运动的分子具有的动能叫做分子动能。温度是分子热运动的平均

动能的标志。

2. 分子势能：由分子间相对位置决定的势能叫分子势能。



(1)  $r = r_0$  ( $10^{-10}\text{m}$ ) 时，分子势能最小，为负值；

(2)  $r < r_0$  时随  $r$  减小，斥力做负功，分子势能增大，最大值在零距离处。

(3)  $r > r_0$  时随  $r$  增大，引力做负功，分子势能增大，最大值在无穷远处。

3. 内能：物体中所有分子做热运动的动能和分子势能的总和叫做物体的内能。

改变内能的两种方式：做功：本质是其他形式的能和内能之间的相互转化。热传递：其本质是物体间内能的转移。做功和热传递在改变物体的内能上是等效的，但有本质的区别。

### 三、热力学三大定律与永动机

#### 1. 热力学第一定律

内容：一个热力学系统的内能增量等于外界向它传递的热量与外界对它所做的功的和。

它揭示了能量的转化和守恒定律

表达式：

#### 2. 热力学第二定律

克劳修斯：不可能使热量由低温物体传递到高温物体，而不引起其他变化（按热传导的方向性表述）

开尔文：不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功，而不引起其他变化。

热力学第三定律：热力学零度不可能达到

#### 3. 永动机

##### (1) 第一类永动机

概念：不消耗能量而对外做功的机器

原因：违背了能量的转化和守恒定律

##### (2) 第二类永动机

概念：只能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功，而不引起其他变化的热机。

原因：热机的效率不可能达到 100%。

### 四、气体

#### 1. 气体状态参量：T、V、P

#### 2. 气体实验方程（一定质量的某种气体）：

(1) 玻意耳定律：

(2) 查理定律：

(3) 盖吕萨克定律：

#### 3. 理想气体状态方程：对于一定质量的理想气体有

$$PV/T = C, \text{ 即 } P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$$

$$T \text{ 一定时: } PV = \text{恒量, 或 } P_1V_1 = P_2V_2$$

$$V \text{ 一定时: } P/T = \text{恒量, 即 } P_1/T_1 = P_2/T_2$$

$$P \text{ 一定时: } V_1/V_2 = T_1/T_2, \text{ 即 } V/T = \text{恒量}$$



### 考点精析

#### 考点 1. 分子动理论、内能

例 1. 关于分子动理论和物体内能的理解，下列说法正确的是（ ）

- A. 温度高的物体内能不一定大，但分子平均动能一定大；
- B. 当分子间作用力表现为斥力时，分子势能随分子间距离的减小而增大。
- C. 温度越高，布朗运动越显著；
- D. 布朗运动就是物质分子的无规则运动；
- E. 布朗运动反映了固体小颗粒内分子的无规则运动；
- F. 当分子间的距离增大时，分子间作用力就一直减小；

~~~~~母题迁移~~~~~

1. 关于物体的内能，下列说法正确的是（ ）

- A. 热水的内能一定比冷水的大
- B. 当温度等于 0°C 时，分子的动能为零
- C. 分子间距离为 r_0 时，分子势能为零
- D. 温度相等的氢气和氧气，它们的分子平均动能相等

考点 2. 热力学定律与能量守恒定律

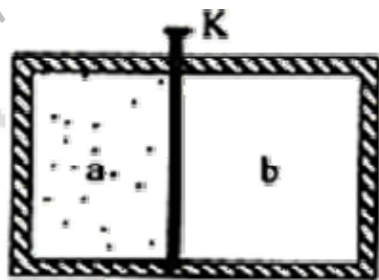
例 2. 下列叙述和热力学定律相关，其正确的是（ ）

- A. 第一类永动机不可能制成，是因为违背了能量守恒定律；
- B. 第二类永动机不可能制成，是因为违背了能量守恒定律；
- C. 电冰箱的制冷系统能够不断地把电冰箱内的热量传到外界，违背了热力学第二定律；
- D. 气体可以从单一热源吸热，并全部用来对外做功，而不引起其它变化。

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 如图，一绝热容器被隔板  $K$  隔开  $a$ 、 $b$  两部分。已知  $a$  内有一定量的稀薄气体， $b$  内为真空，抽开隔板  $K$  后， $a$  内气体进入  $b$ ，最终达到平衡状态。在此过程中（ ）

- A. 气体对外界做功，内能减少
- B. 气体不做功，内能不变
- C. 气体压强变小，温度降低
- D. 气体压强变小，温度不变

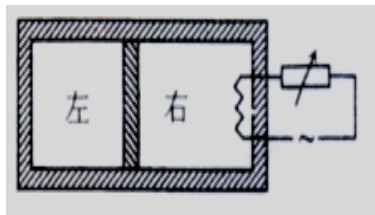


#### 考点 3. 理想气体状态方程

例 3. 如图，水平放置的密封气缸内的气体被一竖直隔板分隔为左右两部分，隔板可在气缸内无摩擦滑动，右侧气体内有一电热丝。气缸壁和隔板均绝热。初始时隔板静止，左右两边气体温度相等。现给电热丝提供一微弱电流，通电一段时间后切断电源。当缸内气体再次达到平衡时，与初始状态相比（ ）

- A. 右边气体温度升高，左边气体温度不变
- B. 左右两边气体温度都升高

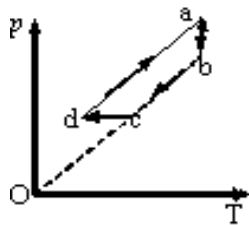
- C. 左边气体压强增大  
D. 右边气体内能的增加量等于电热丝放出的热量



~~~~~母题迁移~~~~~

3. 一定量的理想气体的状态经历了如图所示的 ab 、 bc 、 cd 、 da 四个过程。其中 bc 的延长线通过原点， cd 垂直于 ab 且与水平轴平行， da 和 bc 平行。则气体体积在 ()

- A. ab 过程中不断增加
B. bc 过程中保持不变
C. cd 过程中不断增加
D. da 过程中保持不变



第五章 机械振动与机械波



考点聚焦

1. 机械振动—简谐运动的规律与应用
2. 机械波—简谐波的传播规律及应用
3. 振动图像与波动图像的综合应用



考点梳理

一、机械振动

(一) 基本概念

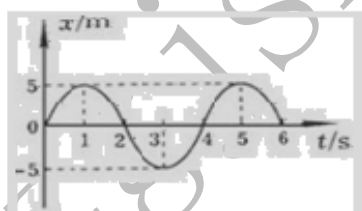
机械振动：1. 定义；2. 条件；3. 回复力

(二) 简谐运动：

1. 力的大小：与偏离平衡位置的位移大小成正比；
2. 力的方向：指向平衡位置。

(三) 描述简谐振动的物理量：

振幅，回复力，频率（周期）



(四) 简谐振动图象：

二、单摆

1. 单摆定义

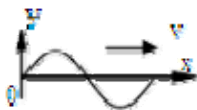
2. 单摆的周期公式：

三、机械波

1. 机械波的产生条件：

- (1) 波源和传播振动的介质。
- (2) 描述波的物理量：波长、频率、波速；

2. 机械波的图像：(1) 图像特点；(2) 应用



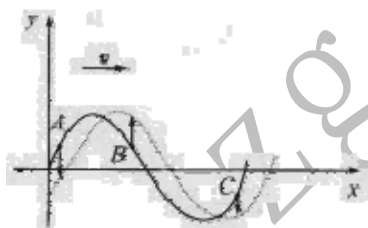
波动图像与振动图像的比较：

| | 振动图像 | 波动图像 |
|----|------|------|
| 图像 | | |

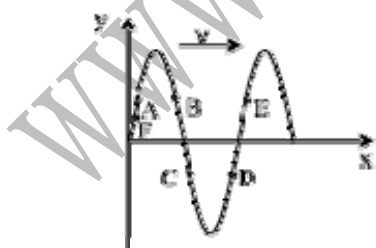
| | | |
|--------------------|---------------------------|--|
| 横坐标 | 时间 | 质点的平衡位置 |
| 研究对象 | 一个质点 | 介质中的各个质点 |
| 物理意义 | 反应某一个质点相对平衡位置的位移随时间的变化规律 | 反映某一时刻介质中各质点相对平衡位置的位移值的波形 |
| 图像提供的物理信息 | 振幅、周期；任一时刻质点的位移、加速度、振动方向； | 振幅、波长；该时刻各质点的位移、加速度；已知波的传播方向可确定该时刻各质点的振动方向 |
| 图像的变化($T/4$ 后的图像) | | |
| | 原图象延伸 $T/4$ | 图象沿传播方向平移 |
| 形象比喻 | 拍一个人做广播操的录像 | 拍学多人做广播操的一张照片 |

四、波的传播方向与质点的振动方向互判方法：

1. 微平移法



2. 上下坡法



五、波的干涉、衍射、多普勒效应

1. 波的干涉：

(1) 两列波的相干条件 (2) 波的干涉特点

2. 波的衍射：条件

3. 多普勒效应：



考点精析

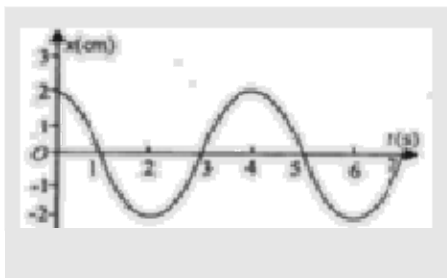
考点 1. 简谐振动的规律及应用一

例 1. 两个相同的单摆静止于平衡位置，使摆球分别以水平初速 v_1 、 v_2 , $v_1 > v_2$, 在竖直平面内做小角度摆动，它们的频率与振幅分别为 f_1 , f_2 和 A_1 , A_2 , 则 ()

- A. $f_1 > f_2$, $A_1 = A_2$ B. $f_1 < f_2$, $A_1 = A_2$
C. $f_1 = f_2$, $A_1 > A_2$ D. $f_1 = f_2$, $A_1 < A_2$

考点 2. 简谐振动的规律及应用二

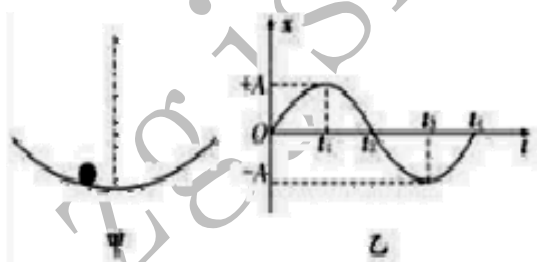
例 2. 一质点做简谐振动，其位移 x 与时间 t 的关系曲线如图所示，由图可知 ()



- A. 质点的振动频率是 4Hz
B. 当 $t=2s$ 时，质点的速度最大
C. 质点的振幅为 2cm
D. 当 $t=3s$ 时，质点所受回复力最大

~~~~~母题迁移~~~~~

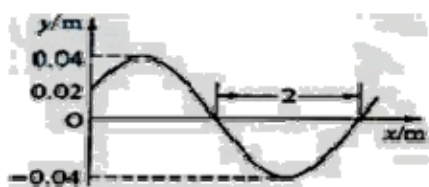
2. 如图甲所示，小球在内壁光滑的固定半圆形轨道最低点附近做小角度振动，其振动图像如图乙所示，以下说法正确的是 ( )



- A.  $t_1$  时刻小球速度为零，轨道对它的支持力最小  
B.  $t_2$  时刻小球速度最大，轨道对它的支持力最小  
C.  $t_3$  时刻小球速度为零，轨道对它的支持力最大  
D.  $t_4$  时刻小球速度最大，轨道对它的支持力最大

### 考点 3. 简谐波的传播规律与应用三

例 3. 一列简谐波以  $4m/s$  波速沿  $x$  轴正方向传播。已知  $t=0$  时的波形如图所示，则 ( )



- A. 波的周期为 1s  
B.  $x=0$  处的质点在  $t=0$  时向  $y$  轴负向运动  
C.  $x=0$  处的质点在  $t=1/4s$  时速度为 0  
D.  $x=0$  处的质点在  $t=1/4s$  时速度最大

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 一列横波沿 x 轴正向传播, a 、 b 、 c 、 d 为介质中沿波传播方向上四个质点的平衡位置。某时刻的波形如图 1 所示, 此后, 若经过 $3/4$ 周期开始计时, 则图 2 描述的是 ()

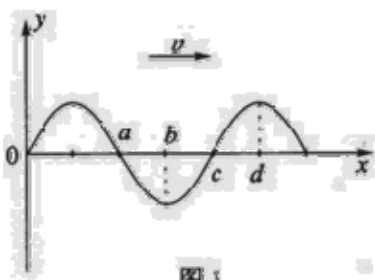


图 1

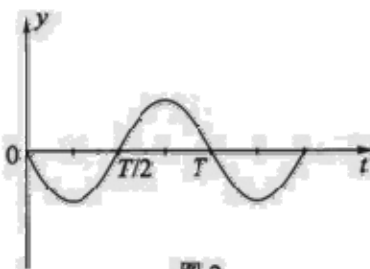


图 2

A. a 处质点的振动图象

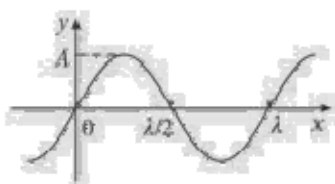
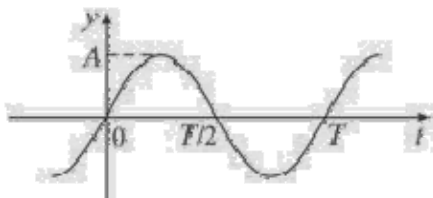
B. b 处质点的振动图象

C. c 处质点的振动图象

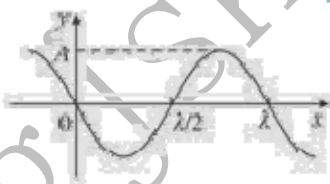
D. d 处质点的振动图象

考点 4. 振动图像与波动图像的综合应用一

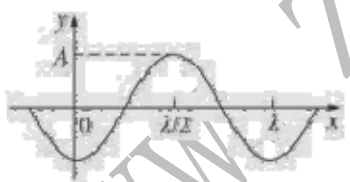
例 4. 一简谐机械波沿 x 轴正方向传播, 周期为 T , 波长为 λ 。若在 $x=0$ 处质点的振动图像如下图所示, 则该波在 $t=T/2$ 时刻的波形曲线为 ()



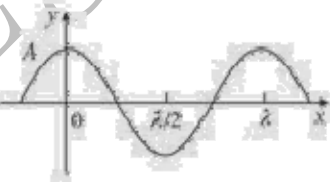
A



B



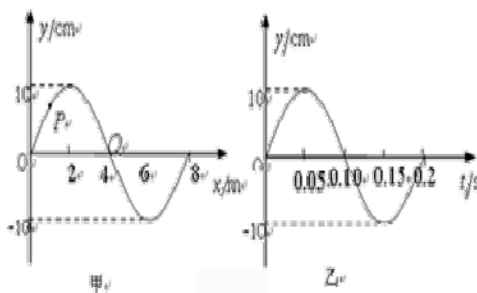
C



D

~~~~~母题迁移~~~~~

4. 图甲为一列简谐横波在  $t=0.10\text{s}$  时刻的波形图,  $P$  是平衡位置为  $x=1\text{cm}$  处的质点,  $Q$  是平衡位置为  $x=4\text{m}$  处的质点, 图乙为质点  $Q$  的振动图象, 则 ( )



A.  $t=0.15\text{s}$  时, 质点  $Q$  的加速度达到正向最大



- B.  $t=0.15\text{s}$  时, 质点  $P$  的运动方向沿  $y$  轴负方向  
 C. 从  $t=0.10\text{s}$  到  $t=0.25\text{s}$ , 该波沿  $x$  轴正方向传播了  $6\text{ m}$   
 D. 从  $t=0.10\text{s}$  到  $t=0.25\text{s}$ , 质点  $P$  通过的路程为  $30\text{ cm}$

**考点 5. 波的干涉、衍射及多普勒效应**

5. 下图中  $S_1$ 、 $S_2$  是两个相干波源, 由它们发出的波相互叠加, 实线表示波峰, 虚线表示波谷。则对  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点振动情况的下列判断中, 正确的是 ( )



- A.  $b$  处振动永远互相减弱;  
 B.  $a$  处永远是波峰与波峰相遇;  
 C.  $b$  处在这时刻是波谷与波谷相遇;  
 D.  $c$  处的振动永远互相减弱。

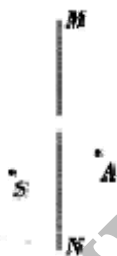
**考点 6. 波的干涉、衍射及多普勒效应**

例 6. 关于波的衍射, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 只有横波能发生衍射  
 B. 当波长比孔的宽度小得越多时, 波的衍射越明显  
 C. 声波能发生衍射现象, 光不能发生衍射现象  
 D. 声波易发生明显的衍射现象, 光不易发生明显的衍射现象

~~~~~母题迁移~~~~~

6. 如下图所示, S 是振源, MN 是带孔的挡板, 其中 M 固定, N 可以上下移动, 为了使原来不震动的 A 点振动起来, 可采用的办法是 ()



- A. 增大 S 的振动频率
 B. 减小 S 的振动频率
 C. N 上移
 D. N 下移

第六章 光学



考点聚焦

1. 光的直线传播、反射
2. 光的折射、全反射
3. 光的干涉与衍射、光的偏振
4. 光的波粒二象性



考点梳理

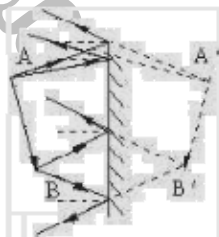
一、光的直线传播

1. 光在真空中的传播速度。

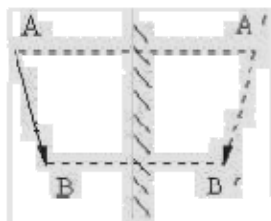
2. 光在介质中的传播速度为： $v = \frac{c}{n}$ ，(n 为介质的折射率)。

二、光的反射

1. 光的反射定律：共面、法线两侧、等角。
2. 反射的分类：镜面反射、漫反射。
3. 应用：平面镜成像：等大、正立的虚像，物、像关于镜面对称。
4. 平面镜成像作图方法：
 - (1) 反射定律法



- (2) 对称法：



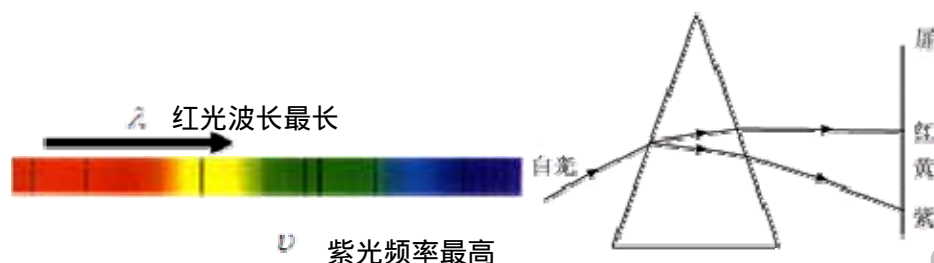
三、光的折射与全反射、色散

1. 光的折射定律：共面、法线两侧、两角正弦成正比。
2. 折射率
3. 全反射：
 - (1) 临界角：
 - (2) 发生全反射的条件：

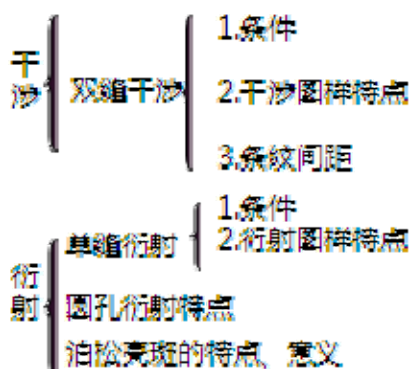
光由光密介质射向光疏介质；

入射角 临界角

4. 光的色散



四、光的干涉、衍射与光的偏振



光的偏振：1.两个偏振片的作用；2.偏振的意义。

单缝衍射与双缝干涉对比：

| | | 单缝衍射 | 双缝干涉 |
|-----|------|---------------------------|-------------|
| 不同点 | 条纹宽度 | 条纹宽度不等，中央最宽，两侧逐渐变暗 | 条纹宽度相等 |
| | 条纹间距 | 各相邻条纹间距不等 | 各相邻条纹等间距 |
| | 亮度 | 中央最亮，两边变暗 | 清晰条纹，亮度基本相同 |
| 相同点 | | 都是波的特有现象，属于波的叠加；都有明暗相间的条纹 | |

五、光的波粒二象性

光的波粒二象性

1.光电效应遵循的规律

2.爱因斯坦光电效应方程的理解与应用

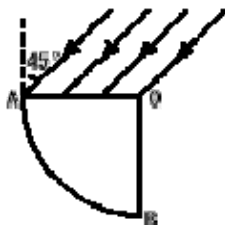
3.光的波粒二象性的正确理解



考点精析

考点 1.光的反射与光的折射

例 1. 如图所示，空气中有一折射率为 $\sqrt{2}$ 的玻璃柱体，其横截面是圆心角为 90° 、半径为 R 的扇形 OAB ，一束平行光平行于横截面，以 45° 入射角照射到 OA 上， OB 不透光，若只考虑首次入射到圆弧 AB 上的光，则 AB 上有光透出部分的弧长为：（ ）



A. $\frac{1}{6}\pi R$

B. $\frac{1}{3}\pi R$

C. $\frac{1}{4}\pi R$

D. $\frac{5}{12}\pi R$

考点 2.光的全反射与光的色散

例 2. 如图所示，一束红光和一束蓝光平行入射到三棱镜上，经三棱镜折射后会聚于光屏 M 上的一点 N ，这两束单色光分别用 a 、 b 表示。对于这两束光的颜色以及在玻璃中的传播速度，下列说法中正确的是：（ ）



A. a 为红光，在玻璃中的传播速度小于 b 光

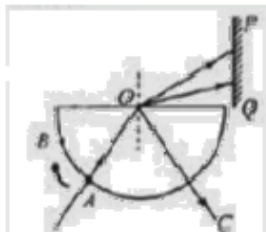
B. a 为蓝光，在玻璃中的传播速度小于 b 光

C. b 为红光，在玻璃中的传播速度小于 a 光

D. b 为蓝光，在玻璃中的传播速度小于 a 光

~~~~~母题迁移~~~~~

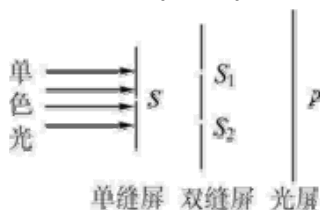
2. 如图，半圆形玻璃砖置于光屏  $PQ$  的左下方。一束白光沿半径方向从  $A$  点射入玻璃砖，在  $O$  点发生反射和折射，折射光在白光屏上呈现七色光带。若入射点由  $A$  向  $B$  缓慢移动，并保持白光沿半径方向入射到  $O$  点，观察到各色光在光屏上陆续消失。在光带未完全消失之前，反射光的强度变化以及光屏上最先消失的光分别是（ ）



- A. 减弱, 紫光
- B. 减弱, 红光
- C. 增强, 紫光
- D. 增强, 红光

### 考点 3. 光的干涉、衍射

例 3. 如图所示的双缝干涉实验, 用绿光照射单缝 S 时, 在光屏 P 上观察到干涉条纹。要得到相邻条纹间距更大的干涉图样, 可以 ( )



- A. 增大  $S_1$  与  $S_2$  的间距
- B. 减小双缝屏到光屏的距离
- C. 将绿光换为红光
- D. 将绿光换为紫光

### 考点 4. 光的偏振

例 4. 让太阳光通过两块平行放置的偏振片, 关于最后透射光的强度, 下列说法正确的是 ( )

- A. 当两个偏振片透振方向垂直时, 透射光强度最强
- B. 当两个偏振片透振方向垂直时, 透射光强度最弱
- C. 当两个偏振片透振方向平行时, 透射光强度最弱
- D. 当两个偏振片透振方向平行时, 透射光强度最强

~~~~~母题迁移~~~~~

4. 杨氏干涉实验装置的双缝后面各放置一个偏振片, 若两个偏振片的透振方向相互垂直, 则 ()

- A. 光屏上仍有干涉条纹, 但亮条纹的亮度减小
- B. 光屏上仍有干涉条纹, 但亮条纹的亮度增大
- C. 干涉条纹消失, 光屏上一片黑暗
- D. 干涉条纹消失, 但仍有光照射到光屏上

考点 5. 光电效应、波粒二象性

例 5. 关于光电效应的规律, 下列说法正确的是 ()

- A. 若用红光照射某金属表面时能发生光电效应, 则用紫光照射该金属表面时产生的光电子的最大初动能增大
- B. 若用某种色光照射某金属表面时能发生光电效应, 则入射光的强度越大, 产生的光电子数越大
- C. 用同一频率的光照射不同的金属时, 如果都能发生光电效应, 则逸出功越大的金属产生的光电子的最大初动能也越大
- D. 对某金属, 入射光的波长必须小于其极限波长, 才能发生光电效应

第七章 近代原子物理



考点聚焦

1. 原子结构
2. 波尔假设、能级跃迁
3. 原子核衰变、重核裂变、轻核聚变



考点梳理

一、原子结构

1. 汤姆生模型（枣糕模型）
2. 卢瑟福的核式结构模型
3. 波尔假设理论

4. 原子能级：能级是原子处在各个定态的能量值，原子在能级之间发生跃迁时，辐射或吸收的能量为 $E_{\text{初}} - E_{\text{终}}$ 。

5. 原子的跃迁条件： $h\nu = E_{\text{初}} - E_{\text{终}}$

二、原子核衰变

1. 衰变定义：

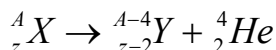
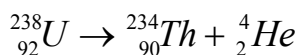
2. 衰变种类：

衰变：放出 α 粒子的衰变。

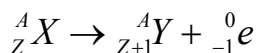
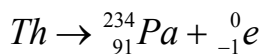
衰变：放出 β 粒子的衰变。

3. 衰变方程：原子核发生衰变时，衰变前后的电荷数和质量数都守恒。衰变方程如下：

α 衰变：放出 α 粒子的衰变：



衰变：放出 β 粒子的衰变：



4. 衰变本质

α 衰变：原子核内少两个质子和两个中子。

β 衰变：原子核内的一个中子变成质子，同时放出一个电子。

γ 射线的产生： γ 射线经常是伴随着 α 射线和 β 射线产生的，没有 γ 衰变。

5. 核反应规律应记住两个等式：

核的质量数 A = 核子数 = 质子数 + 中子数；

核电荷数 Z = 质子数 = 原子序数 = 中性原子核外电子数。

三、原子核裂变反应和聚变反应

1. 重核裂变：使重核分裂成质量较小的原子核的核反应。
2. 轻核聚变：两个轻核结合成较重的核，这样的核反应叫做聚变



考点精析

考点 1. 原子结构、原子光谱

例 1. 卢瑟福提出原子的核式结构模型。这一模型建立的基础是 ()

- A. α 粒子的散射实验
- B. 对阴极射线的研究
- C. 天然放射性现象的发现
- D. 质子的发现

~~~~~母题迁移~~~~~

1. 根据玻尔理论在氢原子中量子数 n 越大，则 ()
- A. 电子轨道半径越小
 - B. 核外电子速度越小
 - C. 原子能级能量越小
 - D. 原子的电势能越小

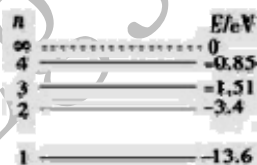
考点 2. 氢原子光谱跃迁

例 2. 氢原子从 $n=4$ 的激发态直接跃迁到 $n=2$ 的激发态时，发出蓝光，当氢原子从 $n=5$ 的激发态直接跃迁到 $n=2$ 的激发态时，可能发出的是 ()

- (1) 红外线 (2) 红光 (3) 紫光 (4) 射线
- A. (3)
 - B. (4)
 - C. (3) (4)
 - D. (1) (2)

~~~~~母题迁移~~~~~

2. 下图为氢原子能级的示意图，现有大量的氢原子处于 $n=4$ 的激发态，当向低能级跃迁时辐射出若干不同频率的光。关于这些光下列说法正确的是 ()



- A. 最容易表现出衍射现象的光是由 $n=4$ 能级跃到 $n=1$ 能级产生的
- B. 频率最小的光是由 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级产生的
- C. 这些氢原子总共可辐射出 3 种不同频率的光
- D. 用 $n=2$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射出的光照射逸出功为 6.34eV 的金属铂能发生光电效应。

考点 3. 原子核衰变方程、核反应

3. 关于核衰变和核反应的类型，下列表述正确的有 ()

- A. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ 是 α 衰变
- B. ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_8^{17}\text{O} + {}_1^1\text{H}$ 是 β 衰变
- C. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$ 是轻核聚变
- D. ${}_{34}^{82}\text{Se} \rightarrow {}_{36}^{82}\text{Kr} + 2 {}_{-1}^0\text{e}$ 是重核裂变

~~~~~母题迁移~~~~~

3. 原子核  ${}_{92}^{238}\text{U}$  经放射性衰变 变为原子核  ${}_{90}^{234}\text{U}$  , 继而经放 射性衰变 变为原子核

${}_{91}^{234}\text{U}$  , 再经放射性衰变 变为原子核  ${}_{92}^{234}\text{U}$  。放射性衰变 、 和 依次为( )

- A .  $\alpha$  衰变、 衰变和 衰变      B . 衰变、 衰变和 衰变  
C . 衰变、 衰变和 衰变      D . 衰变、 衰变和 衰变

**考点 4. 核反应方程核能的理解与计算**

例 4. 原子核  ${}_A^Z\text{X}$  与氦核  ${}_2^4\text{He}$  反应生成一个  $\alpha$  粒子和一个质子。由此可知( )

- A .  $A=2, Z=1$       B .  $A=2, Z=2$   
C .  $A=3, Z=3$       D .  $A=3, Z=2$

~~~~~母题迁移~~~~~

4. 下列核反应方程式中表示核聚变过程的是()

- A. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
B. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
C. ${}_6^{14}\text{C} \rightarrow {}_7^{14}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$
D. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + 10{}_0^1\text{n}$