

2021特岗教师招聘考试

易错考点60

WU LI

物理

物

目录

第一部分 力学	3
【易错考点 1—整体法与隔离法】	3
【易错考点 2—动态平衡】	3
【易错考点 3—超重与失重】	4
【易错考点 4—平抛运动】	5
【易错考点 5—万有引力的计算】	6
【易错考点 6—宇宙速度】	7
【易错考点 7—人造地球卫星参量与轨道半径的关系】	8
【易错考点 8—卫星变轨问题】	9
【易错考点 9—地球同步卫星】	10
【易错考点 10—功】	11
【易错考点 11—机车启动】	12
【易错考点 12—变力做功】	12
【易错考点 13—功能关系的应用】	13
【易错考点 14—重力势能】	15
【易错考点 15—机械能守恒定律】	15
【易错考点 16—机械能守恒定律的理解】	16
【易错考点 17—对多物体机械能守恒的单选】	18
【易错考点 18—动量守恒定义】	19
【易错考点 19—碰撞】	19
【易错考点 20—简谐运动特征】	20
【易错考点 21—振动图像和波动图像】	21
第二部分 电磁学	22
【易错考点 22—电场强度和电场线】	22
【易错考点 23—电势能、电势和电势差】	23
【易错考点 24—带电粒子在电场中的运动】	24
【易错考点 25—电容器】	26
【易错考点 26—电流】	27
【易错考点 27—电功和电热、电功率和热功率的区别与联系】	28
【易错考点 28—闭合电路欧姆定律】	28
【易错考点 29—地磁场】	29
【易错考点 30—安培定则】	30
【易错考点 31—左手定则】	31
【易错考点 32—安培力】	31
【易错考点 33—洛伦兹力】	32
【易错考点 34—带电粒子在磁场中运动】	33
【易错考点 35—磁通量】	35
【易错考点 36—楞次定律】	36
【易错考点 37—法拉第电磁感应定律】	37
【易错考点 38—正弦交变电流】	38
【易错考点 39—交变电流的瞬时值、有效值】	38
【易错考点 40—交变电流的两个特殊位置】	39

【易错考点 41—理想变压器】	39
第三部分 热学	40
【易错考点 42—分子热运动】	40
【易错考点 43—分子力】	41
【易错考点 44—分子势能】	42
【易错考点 45—理想气体】	43
【易错考点 46—热力学第一定律】	44
【易错考点 47—热力学第二定律】	45
【易错考点 48—热力学定律与气体实验定律的综合】	45
第四部分 光学	46
【易错考点 49—折射率】	46
【易错考点 50—全反射】	47
【易错考点 51—光的色散】	48
【易错考点 52—双缝干涉】	49
【易错考点 53—干涉和衍射】	49
第五部分 近现代物理学	50
【易错考点 54—光电效应】	50
【易错考点 55—光的波粒二象性】	51
【易错考点 56— α 粒子散射实验】	51
【易错考点 57—玻尔的原子理论】	52
【易错考点 58—氢原子跃迁】	53
【易错考点 59—三种射线】	54
【易错考点 60—半衰期】	55

第一部分 力学

【易错考点 1—整体法与隔离法】

整体法与隔离法

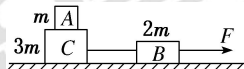
1.整体法：当连接体内（即系统内）各物体的加速度相同时，可以把系统内的所有物体看成一个整体，分析其受力和运动情况。运用牛顿第二定律对整体列方程求解的方法。

2.隔离法：当求系统内物体间相互作用力时，常把某个物体从系统中隔离出来，分析其受力和运动情况，再用牛顿第二定律对隔离出来的物体列方程求解的方法。

4 易错指数：★★★

【真题过关·单选】

如图所示，粗糙水平面上放置 B、C 两物体，A 叠放在 C 上，A、B、C 的质量分别为 m 、 $2m$ 和 $3m$ ，物体 B、C 与水平面间的动摩擦因数相同，其间用一不可伸长的轻绳相连，轻绳能承受的最大拉力为 F_T 。现用水平拉力 F 拉物体 B，使三个物体以同一加速度向右运动，则（ ）



- A. 此过程中物体 C 受五个力作用
- B. 当 F 逐渐增大到 F_T 时，轻绳刚好被拉断
- C. 当 F 逐渐增大到 $1.5F_T$ 时，轻绳刚好被拉断
- D. 若水平面光滑，则绳刚断时，A、C 间的摩擦力为 $\frac{F_T}{6}$

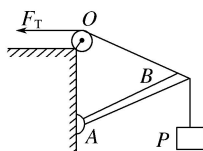
【答案】C。对 A 受力分析，A 受重力、支持力和向右的静摩擦力作用，由此可以知道 C 受重力、A 对 C 的压力、地面的支持力、绳子的拉力、A 对 C 的摩擦力以及地面的摩擦力六个力作用，故 A 错误。对整体分析，整体的加速度 $a = \frac{F - \mu \cdot 6mg}{6m} = \frac{F}{6m} - \mu g$ ，隔离对 AC 分析，根据牛顿第二定律得， $F_T - \mu \cdot 4mg = 4ma$ ，计算得出 $F_T = \frac{2}{3}F$ ，当 $F = 1.5F_T$ 时，轻绳刚好被拉断，故 B 错误，C 正确。若水平面光滑，绳刚断时，对 AC 分析，加速度 $a = \frac{F_T}{4m}$ ，隔离对 A 分析，A 受到的摩擦力 $F_f = ma = \frac{F_T}{4}$ ，D 错误。故本题选 C。

【易错考点 2—动态平衡】

当质点在多个变化的力的作用下处于平衡状态时，称为动态平衡。其分析方法主要有矢量三角形法、相似三角形法、解析法和结论法。

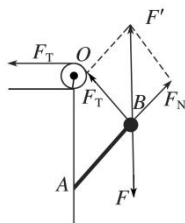
易错指数：★★★★

【真题过关·单选】如图所示，绳与杆均不计重力，承受力的最大值一定。A端用铰链固定，滑轮O在A点正上方（滑轮大小及摩擦均可忽略），B端挂一重物P，现施加拉力 F_T 将B缓慢上拉（绳和杆均未断），在杆达到竖直前（ ）。



- A. 绳子越来越容易断 B. 绳子越来越不容易断
 C. 杆越来越容易断 D. 杆越来越不容易断

【答案】B。以B点为研究对象，分析受力情况：重物的拉力 F （等于重物的重力 G ）、轻杆的支持力 F_N 和绳子的拉力 F_T ，作出受力图如图：



由平衡条件得知， F_N 和 F_T 的合力 F' 与 F 大小相等，方向相反，根据三角形相似可得： $\frac{F_N}{AB} = \frac{F_T}{BO} = \frac{F'}{AO}$ 。又 $F' = G$ ，解得： $F_N = \frac{AB}{AO}G$ ； $F_T = \frac{BO}{AO}G$ ，使 $\angle BAO$ 缓慢变小时， AB 、 AO 保持不变， BO 变小，则 F_N 保持不变， F_T 变小。故杆无所谓易断不易断，绳子越来越不容易断，故B项正确。故本题选B。

【易错考点3—超重与失重】

超重、失重和完全失重的比较

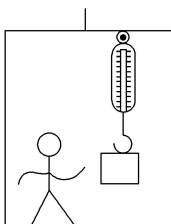
	超重	失重	完全失重
现象	视重大于实重	视重小于实重	视重等于0
产生条件	物体的加速度向上	物体的加速度向下	物体的加速度等于 g
运动状态	加速上升或减速下降	加速下降或减速上升	以 g 加速下降或减速上升
原理方程	$F - mg = ma$ $F = mg + ma$	$mg - F = ma$ $F = mg - ma$	$mg - F = mg$ $F = 0$

1. 不管物体的加速度是否沿竖直方向，只要其加速度在竖直方向上有分量，物体就会处于超重或失重状态。

2.发生超重、失重现象时，物体的重力依然存在，且不发生变化，只是物体对支持物的压力（或对悬挂物的拉力）发生了变化，即视重发生了变化。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示，电梯的顶部挂有一个弹簧测力计，其下端挂了一个重物，电梯做匀速直线运动时，弹簧测力计的示数为 10 N。在某时刻电梯中的人观察到弹簧测力计的示数变为 8 N，关于电梯的运动，以下说法正确的是（ g 取 10 m/s^2 ）（ ）



- A. 电梯可能向上加速运动，加速度大小为 12 m/s^2
- B. 电梯可能向下减速运动，加速度大小为 2 m/s^2
- C. 电梯可能向下加速运动，加速度大小为 2 m/s^2
- D. 电梯可能向下减速运动，加速度大小为 12 m/s^2

【答案】C

【解析】电梯做匀速直线运动时，弹簧测力计的示数为 10 N，此时拉力等于重力，则重物的重力等于 10 N。当弹簧测力计的示数变为 8 N 时，对重物有 $mg - F = ma$ ，代入数据解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$ ，则电梯的加速度大小为 2 m/s^2 ，方向竖直向下，电梯可能向下做加速运动，也可能向上做减速运动，故 C 正确，A、B、D 错误。

【易错考点 4—平抛运动】

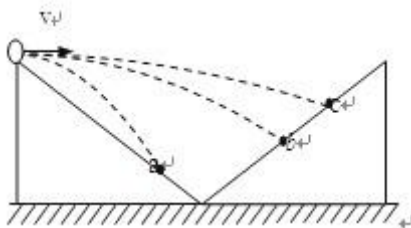
飞行时间和水平射程

1. 飞行时间： $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，只与 h 、 g 有关，与 v_0 无关。

2. 水平射程： $s = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，由 v_0 、 h 、 g 共同决定。

易错指数：★★★★

【真题过关·单选】横截面为直角三角形的两个相同斜面如图紧靠在一起，固定在水平面上，它们的竖直边长都是底边长的一半。小球从左边斜面的顶点以不同的初速度向右平抛，最后落在斜面上。其中有三次的落点分别是 a 、 b 、 c 。下列判断正确的是（ ）



- A. 图中三小球比较，落在 a 的小球飞行时间最短
- B. 图中三小球比较，落在 c 的小球飞行过程速度变化最大
- C. 图中三小球比较，落在 a 的小球飞行过程速度变化最快
- D. 无论小球抛出时初速度多大，落到两个斜面上的瞬时速度都不可能跟斜面垂直

【答案】D。从图中可以发现 a 点的位置最低，即此时在竖直方向上下落的距离最大，由

公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ，所以此时运动的时间最长，所以 A 错误；小球做的是平抛运动，

平抛运动在水平方向的速度是不变的，所以小球的速度的变化都发生在竖直方向上，竖直方向上的速度的变化为 $\Delta v = g\Delta t$ ，所以，运动的时间长的小球速度变化的大，所以 a 球的速度变化最大，所以 B 错误；速度变化的快慢是指物体运动的加速度的大小，由于物体做的都是平抛运动，运动的加速度都是重力加速度，所以三次运动速度变化的快慢是一样的，所以 C 错误；首先 a 点上是如何不可能垂直的，然后看 b 、 c 点，竖直速度是 $v_y = gt$ ，水平速度

是 v ，然后斜面的夹角是 $\arctan 0.5$ ，要合速度垂直斜面，把两个速度合成后，需要 $\frac{v}{gt} = \tan \theta$ ，

即 $v = 0.5gt$ ，那么在经过 t 时间的时候，竖直位移为 $0.5gt^2$ ，水平位移为 $vt = (0.5gt)t = 0.5gt^2$ 即若要满足这个关系，需要水平位移和竖直位移都是一样的，显然在图中 b 、 c 是不可能完成的，因为在 b 、 c 上水平位移必定大于竖直位移，所以 D 正确。故本题选 D。

【易错考点 5—万有引力的计算】

1. 用万有引力定律计算质点间的万有引力

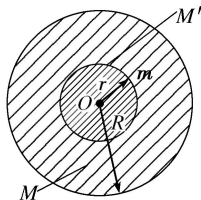
公式 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 适用于质点、均匀介质球体或球壳之间万有引力的计算。当两物体为匀质球体或球壳时，可以认为匀质球体或球壳的质量集中于球心， r 为两球心的距离，引力的方向沿两球心的连线。

2. 推论法计算万有引力

推论 I：在匀质球壳的空腔内任意位置处，质点受到球壳的万有引力的合力为零，即 ΣF

= 0。

推论 II：如图所示，在匀质球体内部距离球心 r 处的质点 (m) 受到的万有引力等于球体内半径为 r 的同心球体 (M') 对它的引力，即 $F = G \frac{M' m}{r^2}$ 。



3. 填补法求解万有引力

运用“填补法”解题的关键是紧扣万有引力定律的适用条件，先填补后运算。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】假设地球是一半径为 R 、质量分布均匀的球体。一矿井深度为 d 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。矿井底部和地面处的重力加速度大小之比为 ()

A. $1 - \frac{d}{R}$

B. $1 + \frac{d}{R}$

C. $\left(\frac{R-d}{R}\right)^2$

D. $\left(\frac{R}{R-d}\right)^2$

【答案】A。如图所示，根据题意，地面与矿井底部之间的环形部分对处于矿井底部的物体引力为零。设地面处的重力加速度为 g ，地球质量为 M ，地球表面的物体 m 受到的重力近似等于万有引力，故 $mg = G \frac{Mm}{R^2}$ ；设矿井底部处的重力加速度为 g' ，等效“地球”的质量为 M' ，其半径 $r = R - d$ ，则矿井底部处的物体 m 受到的重力 $mg' = G \frac{M' m}{r^2}$ ，又 $M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$ ， $M' = \rho V' = \rho \cdot \frac{4}{3} \pi (R - d)^3$ ，联立解得 $\frac{g'}{g} = 1 - \frac{d}{R}$ ，A 正确。故本题选 A。

【易错考点 6—宇宙速度】

1. 三个宇宙速度的值分别为：

第一宇宙速度： $v_1 = 7.9 \text{ km/s}$ ，是人造地球卫星环绕地球运行的最大速度，也是人造卫星的最小发射速度。

第二宇宙速度： $v_2 = 11.2 \text{ km/s}$ ，是物体挣脱地球引力束缚的最小发射速度。

第三宇宙速度： $v_3 = 16.9 \text{ km/s}$ ，是物体挣脱太阳引力束缚的最小发射速度。

2. 宇宙速度的意义

当发射速度 v 与宇宙速度分别有如下关系时，被发射物体的运动情况将有所不同：

- (1) 当 $v < v_1$ 时, 被发射物体最终仍将落回地面;
- (2) 当 $v_1 \leq v < v_2$ 时, 被发射物体将环绕地球运动, 成为地球卫星;
- (3) 当 $v_2 \leq v < v_3$ 时, 被发射物体将脱离地球束缚, 成为环绕太阳运动的“人造行星”;
- (4) 当 $v \geq v_3$ 时, 被发射物体将从太阳系中逃逸。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】关于地球的第一宇宙速度下列说法正确的是 ()

- A. 大小为 7.9m/s
- B. 是发射人造地球卫星所需的最大发射速度
- C. 是地球圆形轨道上卫星的最大环绕速度
- D. 是摆脱地球引力的脱离速度

【答案】C。由万有引力提供向心力 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$, 得: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 它的大小是 7.9km/s,

A 不符合题意; 第一宇宙速度是人造卫星绕地球做匀速圆周运动的最大运行速度, 最小的发射速度, B 不符合题意; 第一宇宙速度是人造地球卫星在近地圆轨道上的运行速度, 是人造地球卫星在圆轨道上运行的最大速度, C 符合题意; 当飞行的速度要大于第二宇宙速度, 即 11.2km/s, 才会摆脱地球引力束缚. D 不符合题意. 故本题选 C。

【易错考点 7—人造地球卫星参量与轨道半径的关系】

地球对卫星的引力充当卫星所需的向心力, 于是有

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma_{\text{向}} = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

由此可知: 绕地球做匀速圆周运动的卫星各个参量随轨道半径 r 的变化情况分别如下:

1. 向心加速度 $a_{\text{向}}$ 与 r 的平方成反比. $a_{\text{向}} = \frac{GM}{r^2}$
2. 线速度 v 与 r 的平方根成反比 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$
3. 角速度 ω 与 r 的三分之三次方成反比 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$
4. 周期 T 与 r 的二分之三次方成正比 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】金星、地球和火星绕太阳的公转均可视为匀速圆周运动, 它们的向心加速度大小分别为 $a_{\text{金}}$ 、 $a_{\text{地}}$ 、 $a_{\text{火}}$, 它们沿轨道运行的速率分别为 $v_{\text{金}}$ 、 $v_{\text{地}}$ 、 $v_{\text{火}}$. 已知它们

的轨道半径 $R_{\text{金}} < R_{\text{地}} < R_{\text{火}}$ ，由此可以判定 ()

A. $a_{\text{金}} > a_{\text{地}} > a_{\text{火}}$

B. $a_{\text{火}} > a_{\text{地}} > a_{\text{金}}$

C. $v_{\text{地}} > v_{\text{火}} > v_{\text{金}}$

D. $v_{\text{火}} > v_{\text{地}} > v_{\text{金}}$

【答案】A。卫星做圆周运动，万有引力提供向心力： $\frac{GMm}{R^2} = ma$ ，对该公式化简得到行星的加速度 $a = \frac{GM}{R^2}$ ，对于这三颗行星，GM 都是相同的，只是自身的轨道半径不同，轨道半径越大，向心加速度越小，所以火星的加速度最小，金星的加速度最大，地球位于两者之间，A 选项正确，B 选项错误； $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{v^2}{R}$ ，对该等式进行化简得到， $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，通过该公式可以看出，卫星的轨道半径越大，线速度越小，所以火星的线速度最小，金星的线速度最大，地球位于两者之间，CD 选项错误。故本题选 A。

【易错考点 8—卫星变轨问题】

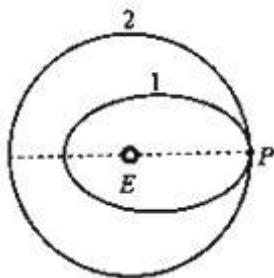
当卫星由于某种原因速度突然改变时（开启或关闭发动机或空气阻力作用），万有引力不再等于向心力，卫星将做变轨运行：

1. 当卫星的速度突然增加时， $G\frac{Mm}{r^2} < m\frac{v^2}{r}$ ，即万有引力不足以提供向心力，卫星将做离心运动，脱离原来的圆轨道，轨道半径变大，当卫星进入新的轨道稳定运行时由 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知其运行速度比原轨道时减小；

2. 当卫星的速度突然减小时， $G\frac{Mm}{r^2} > m\frac{v^2}{r}$ ，即万有引力大于所需要的向心力，卫星将做近心运动，脱离原来的圆轨道，轨道半径变小，当卫星进入新的轨道稳定运行时由 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知其运行速度比原轨道时增大。

易错指数：★★★★

【真题过关·单选】如图所示，一颗人造卫星原来在椭圆轨道 1 绕地球 E 运行，在 P 变轨后进入轨道 2 做匀速圆周运动下列说法正确的是 ()



A. 不论在轨道 1 还是在轨道 2 运行，卫星在 P 点的速度都相同

- B.不论在轨道 1 还是在轨道 2 运行, 卫星在 P 点的加速度都相同
- C.卫星在轨道 1 的任何位置都具有相同加速度
- D.卫星在轨道 2 的任何位置都具有相同动量

【答案】B。从轨道 1 变轨到 2, 需要加速逃逸, 故 A 错误; 根据公式 $G\frac{Mm}{R^2} = ma$ 可得 $a = G\frac{M}{R^2}$, 故只要半径相同, 加速度则相同, 由于卫星在轨道 1 做椭圆运动, 运动半径在变化, 所以过程的加速度在变, B 正确 C 错误; 卫星在轨道 2 做匀速圆周运动, 过程中的速度方向时刻在变, 所以动量方向不同, D 错误。故本题选 B。

【易错考点 9—地球同步卫星】

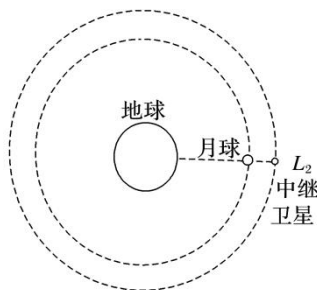
- 1.轨道平面一定: 轨道平面和赤道平面重合。
- 2.周期一定: 与地球自转周期相同, 即 $T = 24h = 86400s$ 。
- 3.角速度一定: 与地球自转的角速度相同。

4.高度一定: 据 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ 得 $r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = 4.2 \times 10^4 km$, 卫星离地面高度 $h = r - R \approx 6R$ (为恒量)。

- 5.绕行方向一定: 与地球自转的方向一致。

易错指数: ★★★★★

【真题过关·多选】为“照亮”嫦娥四号“驾临”月球背面之路, 一颗承载地月中转通信任务的中继卫星将在嫦娥四号发射前半年进入到地月拉格朗日 L_2 点. 如图所示, 在该点, 地球、月球和中介卫星位于同一直线上, 且中介卫星绕地球做圆周运动的轨道周期与月球绕地球做圆周运动的轨道周期相同, 则 ()。



- A.中介卫星做圆周运动的向心力由地球和月球的引力共同提供
- B.中介卫星的线速度大小小于月球的线速度大小
- C.中介卫星的加速度大小大于月球的加速度大小

D.在地面发射中继卫星的速度应大于第二宇宙速度

【答案】AC。卫星的向心力由月球和地球引力的合力提供，则 A 正确。卫星与月球绕地球同步运动，角速度相等，根据 $v=r\omega$ ，知卫星的线速度大于月球的线速度。故 B 错误；根据 $a=r\omega^2$ 知，卫星的向心加速度大于月球的向心加速度。故 C 正确；在地面发射中继卫星的速度应小于第二宇宙速度，则 D 错误。故本题选 AC。

【易错考点 10—功】

1.功的概念

一个物体受到力的作用，如果在力的方向上发生一段位移，这个力就对物体做了功。

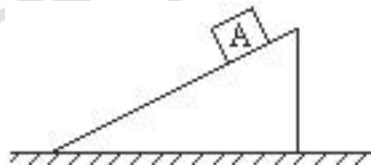
2.功的两个不可缺少的要素

一是要有作用在物体上的力，二是物体必须在力的方向上有位移。两个条件缺一不可，而且必须注意力是在位移方向上的力，位移是力的方向上的位移。

3.功的定义公式 $W=Fscos\theta$

易错指数：★★★

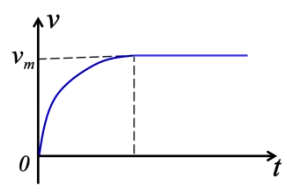
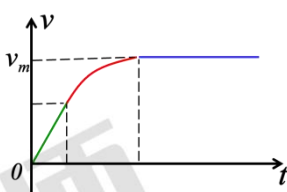
【真题过关·单选】小物块位于光滑的斜面上，斜面位于光滑的水平地面上。从地面上看，在小物块沿斜面下滑的过程中，斜面对小物块的作用力（ ）



- A.垂直于接触面，做功为零 B.垂直于接触面，做功不为零
 C.不垂直于接触面，做功为零 D.不垂直于接触面，做功不为零

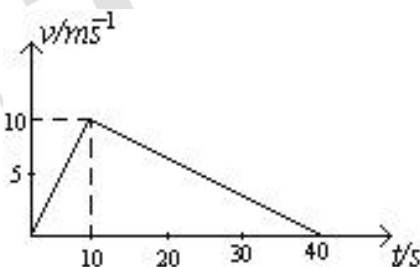
【答案】B。对整体进行受力分析可知，小物块和楔形物块不受外力作用，动量守恒，在物块下滑的过程中，楔形物块向右运动，对小物块受力分析，根据物块的受力情况和功的公式可以分析各个力对物块做功的情况。对整体进行受力分析可知，小物块和楔形物块不受外力作用，动量守恒，在物块下滑的过程中，楔形物块向右运动，所以小物块沿斜面向下运动的同时会向右运动，由于斜面是光滑的，没有摩擦力的作用，所以斜面对物块只有一个支持力的作用，方向是垂直斜面向上的，物块的运动的方向与力的方向不垂直，支持力做功，B 正确。故本题选 B。

【易错考点 11—机车启动】

运用公式	两种情况	运动规律	重要特征	图象
$F_{\text{牵}} - f_{\text{阻}} = ma$ $p_{\text{额}} = F_{\text{牵}} v_t$ $p_{\text{额}} = f_{\text{阻}} v_{\text{max}}$	恒定功率启动	加速度减小的加速→匀速	加速度先减小后为零	
	恒定加速度启动	匀加速→加速度减小的加速→匀速	加速度先一定,后减小,最后为零	
			末速度: $v_m = \frac{P}{f}$	

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】在平直的公路上,汽车由静止开始做匀加速直线运动,当速度达到 v 时立即关闭发动机滑行,直到停止,运动过程中的 $v-t$ 图象图示,设汽车的牵引力为 F , 阻力为 f , 则 ()



A. $F : f = 3 : 1$

B. $F : f = 4 : 1$

C. $F : f = 1 : 3$

D. $F : f = 1 : 4$

【答案】B。由功能定理,以整个过程为研究对象,在速度时间图像中,图线的面积表示

位移大小,由此可知 $\frac{F}{f} = \frac{S_f}{S} = \frac{\frac{1}{2} \times 4 \times v}{\frac{1}{2} \times 1 \times 2} = \frac{4}{1}$, B对, ACD错。故本题选 B。

【易错考点 12—变力做功】

1.用动能定理 $W = \Delta E_k$, 或功能关系 $W = \Delta E$, 即用动能的增量等效代换变力所做的功。

(这个方法也可计算恒力做功)

2.当变力的功率 P 一定时, 可用 $W=Pt$ 求功, 如机车以恒定功率启动时。

3.将变力做功转化为恒力做功。

(1) 当力的大小不变, 而方向始终与运动方向相同或相反时, 这类力所做的功等于力和路程 (不是位移) 的乘积。如滑动摩擦力做功、空气阻力做功等。

(2) 当力的方向不变, 大小随位移作线性变化时, 可先求出力对位移的平均值 $F = \frac{F_1 + F_2}{2}$, 再由 $W = Fs \cos \theta$ 计算, 如弹簧弹力做功。

4.作出力 F 随位移 s 变化的图像, 图像与位移轴所围的“面积”即为变力做的功。

易错指数: ★★★★★

【真题过关·多选】如图所示为一滑草场。某条滑道由上下两段高均为 h , 与水平面倾角分别为 45° 和 37° 的滑道组成, 滑草车与草地之间的动摩擦因数为 μ 。质量为 m 的载人滑草车从坡顶由静止开始自由下滑, 经过上、下两段滑道后, 最后恰好静止于滑道的底端 (不计滑草车在两段滑道交接处的能量损失, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)。则 ()



A. 动摩擦因数 $\mu = \frac{6}{7}$

B. 载人滑草车最大速度为 $\sqrt{\frac{2gh}{7}}$

C. 载人滑草车克服摩擦力做功为 mgh

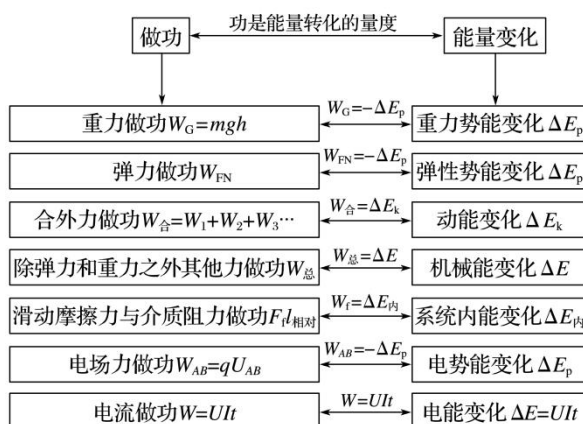
D. 载人滑草车在下段滑道上的加速度大小为 $\frac{3}{5}g$

【答案】AB。对滑草车从坡顶由静止滑下, 到底端静止的全过程, 得 $mg \cdot 2h - \mu mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} - \mu mg \cos 37^\circ \cdot \frac{h}{\sin 37^\circ} = 0$, 解得 $\mu = \frac{6}{7}$, 选项 A 正确; 对经过上段滑道过程, 根据动能定理得, $mgh - \mu mg \cos 45^\circ \cdot \frac{h}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v = \sqrt{\frac{2gh}{7}}$, 选项 B 正确; 载人滑草车克服摩擦力做功为 $2mgh$, 选项 C 错误; 载人滑草车在下段滑道上的加速度为 $a = \frac{mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ}{m} = -\frac{3}{35}g$, 即加速度大小为 $\frac{3}{35}g$, 选项 D 错误。故本题选 AB。

【易错考点 13—功能关系的应用】

1.做功的过程就是能量的转化过程。做了多少功, 就有多少能量发生了转化。功是能量转化

的量度.常见的几种功能关系:



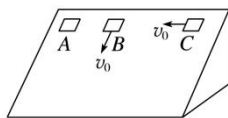
2.在常见的功能关系中,动能定理应用尤为广泛.

(1)对于物体运动过程中不涉及加速度和时间,而涉及力和位移、速度的问题时,一般选择动能定理,尤其是曲线运动、多过程的直线运动等.

(2)如果物体只有重力和弹力做功而又不涉及物体运动过程中的加速度和时间,既可用机械能守恒定律,又可用动能定理求解.

易错指数: ★★★★★

【真题过关·单选】如图所示, A、B、C 三个一样的滑块从粗糙斜面上的同一高度同时开始运动. A 由静止释放; B 的初速度方向沿斜面向下, 大小为 v_0 ; C 的初速度方向沿水平方向, 大小为 v_0 . 斜面足够大, A、B、C 运动过程中不会相碰, 下列说法正确的是()



- A. A 和 C 将同时滑到斜面底端
- B. 滑到斜面底端时, B 的动能最大
- C. 滑到斜面底端时, C 的重力势能减少最多
- D. 滑到斜面底端时, B 的机械能减少最多

【答案】B. A、C 两个滑块所受的滑动摩擦力大小相等, A 所受滑动摩擦力沿斜面向上, C 沿斜面向上的力是滑动摩擦力的分力, 所以 C 沿斜面向下的加速度大于 A 的加速度, C 先到达斜面底端, 故 A 错误; 重力做功相同, 摩擦力对 A、B 做功相同, C 克服摩擦力做功最大, 而 B 有初速度, 则滑到斜面底端时, B 滑块的动能最大, 故 B 正确; 三个滑块下降的高度相同, 重力势能减少相同, 故 C 错误; 滑动摩擦力做功与路程有关, C 运动的路程最大, C 克服摩擦力做功最大, 机械能减少最多, 故 D 错误. 故本题选 B.

【易错考点 14—重力势能】

1.重力做功的特点：重力做功与路径无关，只与始、末位置的高度差有关。

2.重力势能

(1) 表达式： $E_p = mgh$ 。

(2) 重力势能的特点：重力势能的大小与参考平面的选取有关，但重力势能的变化与参考平面的选取无关。

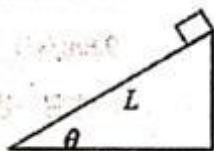
3.重力做功与重力势能变化的关系

(1) 定性关系：重力对物体做正功，重力势能减小；重力对物体做负功，重力势能增大。

(2) 定量关系：重力对物体做的功等于物体重力势能的减小量。即 $W_G = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p$ 。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图，倾角 $\theta=37^\circ$ 的光滑斜面固定在水面上，斜面长 $L=0.75\text{m}$ ，质量 $m=1.0\text{kg}$ 的物块从斜面顶端无初速度释放， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，则（ ）



A.物块从斜面顶端滑到底端的过程中重力做功为 7.5J

B.物块滑到斜面底端时的动能为 1.5J

C.物块从斜面顶端滑到底端的过程中重力的平均功率为 24W

D.物块滑到斜面底端时重力的瞬时功率为 18W

【答案】 D。斜面长为 0.75m ， $h=L\sin 37^\circ=0.75\times 0.6=0.45\text{m}$ ，重力做功 $W_G=mgh=1\times 10\times 0.45=4.5\text{J}$ ，故 A 错误；因为整个过程只有重力做功，机械能守恒，物体滑到斜

面底端时的动能为 $E_k = mgh = 4.5\text{J}$ ；故 B 错误；

$a = \frac{F}{m} = \frac{mg\sin\theta}{m} = g\sin\theta = 10 \times \frac{3}{5} = 6\text{m/s}^2$ ， $v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \times 6 \times 0.75} = 3\text{m/s}$ ，

$\bar{v} = \frac{v}{2} = 1.5\text{m/s}$ ， $\bar{P}_G = G\bar{v} = mg \times \frac{v}{2} \sin\theta = 1.0 \times 10 \times 1.5 \times \frac{3}{5} = 18\text{W}$ ，故 C 错误；物体滑到斜面

底端时，重力的瞬时功率为： $P=GV=mgv=1.0 \times 10 \times 3 \times \frac{3}{5} = 18\text{W}$ 。故 D 正确。故本题选 D。

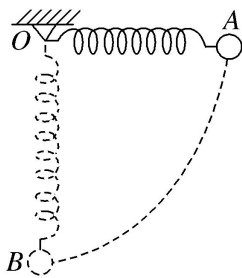
【易错考点 15—机械能守恒定律】

1.内容：在只有重力或弹力做功的物体系统内，动能与势能可以互相转化，而总的机械能保持不变。

2.表达式: $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 。

易错指数: ★★★

【真题过关·多选】如图所示,一轻弹簧一端固定在O点,另一端系一小球,将小球从与悬点O在同一水平面且使弹簧保持原长的A点无初速度释放,让小球自由摆下。不计空气阻力。在小球由A点摆向最低点B的过程中,下列说法正确的是()



- A.小球的机械能守恒
- B.小球的机械能减少
- C.小球的重力势能与弹簧的弹性势能之和不变
- D.小球和弹簧组成的系统机械能守恒

【答案】BD。小球由A点下摆到B点的过程中,弹簧被拉长,弹簧的弹力对小球做了负功,所以小球的机械能减少,故选项A错误,B正确;在此过程中,由于有重力和弹簧的弹力做功,所以小球与弹簧组成的系统机械能守恒,即小球减少的重力势能等于小球获得的动能与弹簧增加的弹性势能之和,故选项C错误,D正确。故本题选BD。

【易错考点 16—机械能守恒定律的理解】

1.对机械能守恒条件的理解

- (1) 只受重力作用,例如做平抛运动的物体机械能守恒。
- (2) 除重力外,物体还受其他力,但其他力不做功或做功代数和为零。
- (3) 除重力外,只有系统内的弹力做功,并且弹力做的功等于弹性势能减少量,那么系统的机械能守恒。注意:并非物体的机械能守恒,如与弹簧相连的小球下摆的过程,小球机械能减少。

2.机械能是否守恒的三种判断方法

- (1) 利用做功及守恒条件判断。
- (2) 利用机械能的定义判断:若物体或系统的动能、势能之和保持不变,则机械能守恒。
- (3) 利用能量转化判断:若物体或系统与外界没有能量交换,内部也没有机械能与其他形式能的转化,则机械能守恒。

1.机械能守恒的三种表达式对比

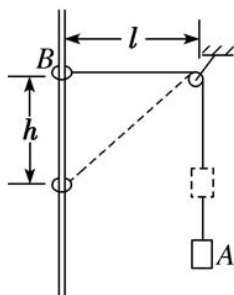
	守恒角度	转化角度	转移角度
表达式	$E_1 = E_2$	$\Delta E_k = -\Delta E_p$	$\Delta E_{A增} = \Delta E_{B减}$
物理意义	系统初状态机械能的总和与末状态机械能的总和相等	表示系统(或物体)机械能守恒时,系统减少(或增加)的重力势能等于系统增加(或减少)的动能	若系统由A、B两部分组成,则A部分物体机械能的增加量与B部分物体机械能的减少量相等
注意事项	应用时应选好重力势能的零势能面,且初、末状态必须用同一零势能面计算势能	应用时关键在于分清重力势能的增加量和减少量,可不选零势能面而直接计算初、末状态的势能差	常用于解决两个或多个物体组成的系统的机械能守恒问题

2. 求解单个物体机械能守恒问题的基本思路

- (1) 选取研究对象——物体。
- (2) 根据研究对象所经历的物理过程,进行受力、做功分析,判断机械能是否守恒。
- (3) 恰当地选取参考平面,确定研究对象在初、末状态时的机械能。
- (4) 选取方便的机械能守恒定律的方程形式 ($E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$ 、 $\Delta E_k = -\Delta E_p$) 进行求解。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】如图所示,物体A的质量为M,圆环B的质量为m,由绳子通过定滑轮连接在一起,圆环套在光滑的竖直杆上。开始时连接圆环的绳子处于水平,长度 $l = 4\text{ m}$ 。现从静止释放圆环,不计定滑轮和空气的阻力,g取 10 m/s^2 。若圆环下降 $h = 3\text{ m}$ 时的速度 $v = 5\text{ m/s}$,则A和B的质量关系为()



A. $\frac{M}{m} = \frac{35}{29}$

B. $\frac{M}{m} = \frac{7}{9}$

C. $\frac{M}{m} = \frac{39}{25}$

D. $\frac{M}{m} = \frac{15}{19}$

【答案】A。圆环下降3 m后的速度可以按如图所示分解,故可得 $v_A = v \cos \theta = \frac{vh}{\sqrt{h^2 + l^2}}$,

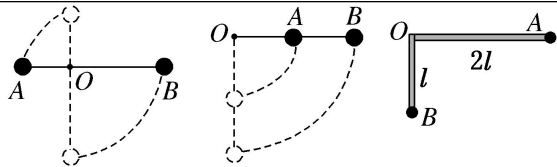
A、B和绳子看成一个整体,整体只有重力做功,机械能守恒,当圆环下降 $h = 3\text{ m}$ 时,根据

机械能守恒可得 $mgh = Mgh_A + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Mv_A^2$, 其中 $h_A = \sqrt{h^2 + l^2} - l$, 联立可得 $\frac{M}{m} = \frac{35}{29}$, 故 A 正确。故本题选 A。

【易错考点 17—对多物体机械能守恒的单选】

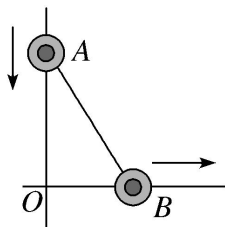
多物体机械能守恒问题的分析方法

- (1) 正确选取研究对象, 合理选取物理过程。
- (2) 对多个物体组成的系统要注意判断物体运动过程中, 系统的机械能是否守恒。
- (3) 注意寻找用轻绳、轻杆或轻弹簧相连接的物体间的速度关系和位移关系。
- (4) 列机械能守恒方程时, 从三种表达式中选取方便求解问题的形式。

常见 情景	
三大 特点	<p>(1) 平动时两物体线速度相等, 转动时两物体角速度相等。</p> <p>(2) 杆对物体的作用力并不总是沿杆的方向, 杆能对物体做功, 单个物体机械能不守恒。</p> <p>(3) 对于杆和球组成的系统, 忽略空气阻力和各种摩擦且没有其他力对系统做功, 则系统机械能守恒。</p>

易错指数: ★★★

【真题过关·多选】 如图所示在一个固定的十字架上 (横竖两杆连结点为 O 点), 小球 A 套在竖直杆上, 小球 B 套在水平杆上, A 、 B 两球通过转轴用长度为 L 的刚性轻杆连接, 并竖直静止。由于微小扰动, B 球从 O 点开始由静止沿水平杆向右运动。 A 、 B 两球的质量均为 m , 不计一切摩擦, 小球 A 、 B 视为质点。在 A 球下滑到 O 点的过程中, 下列说法中正确的是 ()



- A. 在 A 球下滑到 O 点之前轻杆对 B 球一直做正功
- B. 小球 A 的机械能先减小后增大
- C. A 球运动到 O 点时的速度为 $\sqrt{2gL}$
- D. B 球的速度最大时, B 球对水平杆的压力大小为 $2mg$

【答案】BC。当 A 球到达 O 点时, B 球的速度为零, 故 B 球的速度先增大后减小, 动能先增大后减小, 由动能定理可知, 轻杆对 B 球先做正功, 后做负功, 故选项 A 错误; A 、 B 两球组成的系统只有重力做功, 系统机械能守恒, 而 B 球的机械能先增大后减小, 所以小球 A 的机械能先减小后增大, 所以选项 B 正确; 因 A 球到达 O 点时, B 球的速度为零, 由系统机械能守恒可得: $mgL = \frac{1}{2}mv_A^2$, 计算得出 $v_A = \sqrt{2gL}$, 所以选项 C 正确; 当 A 球的机械能最小时, B 球的机械能最大, 则 B 球的动能最大, 速度最大, 此时 B 球的加速度为零, 轻杆对 B 球水平方向无作用力, 故 B 球对水平杆的压力大小为 mg , 选项 D 错误。故本题选 BC。

【易错考点 18—动量守恒定义】

动量守恒定律

1. 内容: 如果一个系统不受外力, 或者所受外力的矢量和为 0, 这个系统的总动量保持不变。

2. 表达式: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$ 。

3. 适用条件

(1) 理想守恒: 不受外力或所受外力的合力为 0。

(2) 近似守恒: 系统内各物体间相互作用的内力远大于它所受到的外力。

(3) 某一方向守恒: 如果系统在某一方向上所受外力的合力为 0, 则系统在该方向上动量守恒。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】 关于系统动量守恒的条件, 下列说法正确的是 ()

A. 只要系统内存在摩擦力, 系统动量就不可能守恒

B. 只要系统中有一个物体具有加速度, 系统动量就不守恒

C. 只要系统所受的合外力为零, 系统动量就守恒

D. 系统中所有物体的加速度为零时, 系统的总动量不一定守恒

【答案】C。系统内物体具有加速度或物体受摩擦力作用时, 只要系统所受的合外力为零, 系统动量就守恒, 故 C 正确, A、B 均错误; 系统中所有物体的加速度均为零时, 系统的合外力一定为零, 故系统动量一定守恒, D 错误。故本题选 C。

【易错考点 19—碰撞】

1. 碰撞

(1) 特点: 作用时间极短, 内力 (相互碰撞力) 远大于外力, 总动量守恒。

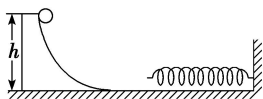
(2) 分类

①弹性碰撞: 碰撞后系统的总动能没有损失。

- ②非弹性碰撞：碰撞后系统的总动能有损失。
 ③完全非弹性碰撞：碰撞后合为一体，机械能损失最大。

易错指数：★★★

【真题过关·多选】如图所示，弹簧的一端固定在竖直墙上，质量为 m 的光滑弧形槽静止在光滑水平面上，底部与水平面平滑连接。一个质量也为 m 的小球从槽上高 h 处由静止开始自由下滑，下列判断正确的是（ ）



- A. 在下滑过程中，小球和槽之间的相互作用力对槽不做功
 B. 在下滑过程中，小球和槽组成的系统水平方向动量守恒
 C. 被弹簧反弹后，小球和槽都做速率不变的直线运动
 D. 被弹簧反弹后，小球能回到槽上高 h 处

【答案】BC。在下滑过程中，小球和槽之间的相互作用力对槽做功，选项 A 错误；在下滑过程中，小球和槽组成的系统在水平方向所受合外力为零，系统在水平方向动量守恒，选项 B 正确；小球被弹簧反弹后，小球和槽在水平方向不受外力作用，故小球和槽都做匀速运动，选项 C 正确；小球和槽组成的系统动量守恒，球与槽的质量相等，小球沿槽下滑，球与槽分离后，小球与槽的速度大小相等，小球被弹簧反弹后与槽的速度相等，故小球不能滑到槽上，选项 D 错误。故本题选 BC。

【易错考点 20—简谐运动特征】

1. 受力特征： $F = -kx$ 。从动力学角度看，简谐运动的特征表现在所受到的回复力的形式上。简谐运动的质点所受到的回复力 F 的方向总与质点偏离平衡位置的位移方向相反，从而总指向平衡位置；其大小则总与质点偏离平衡位置的位移 x 的大小成正比，即动力学特征也是判断某机械运动是否为简谐运动的依据。

2. 运动学特征： $a = \frac{F_{回}}{m} = -\frac{k}{m}x$ ，此式表明加速度也跟位移大小成正比，并总指向平衡位置。由此可见，简谐运动是一变加速运动，加速度和速度都在做周期性的变化。

3. 能量特征：振幅确定振动物体的能量，在振动的过程中只发生动能和势能的转化，总的机械能守恒。

4. 对称特征：

①瞬时量的对称性：做简谐运动的物体，在关于平衡位置对称的两点，其回复力、位移、加速度具有等大反向的关系。另外速度的大小、动能具有对称性，速度的方向可能相同或相

反。

②过程量的对称性：振动质点来回通过相同的两点间的时间相等；质点经过关于平衡位置对称的等长的两线段的时间相等。

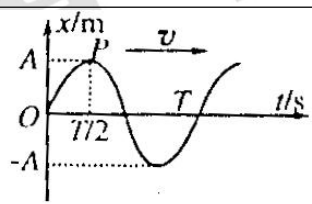
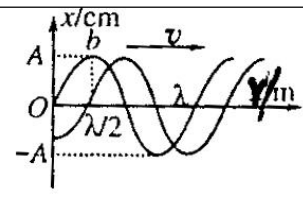
易错指数：★★★

【真题过关·单选】一质点做简谐运动，则下列说法中正确的是（ ）

- A.若位移为负值，则速度一定为正值，加速度也一定为正值
- B.质点通过平衡位置时，速度为零，加速度最大
- C.质点每次通过平衡位置时，加速度不一定相同，速度也不一定相同
- D.质点每次通过同一位置时，其速度不一定相同，但加速度一定相同

【答案】D。若位移为负值，由 $a = -\frac{kx}{m}$ ，可知加速度一定为正值，而速度有两种可能的方向，所以速度不一定为正值，故 A 错误。质点通过平衡位置时，速度最大，加速度为零，故 B 错误。质点每次通过平衡位置时，位移相同，加速度一定相同，而速度不一定相同，故 C 错误。质点每次通过同一位置时，位移相同，加速度一定相同，因为速度有两种可能的方向，所以速度不一定相同，故 D 正确。故本题选 D。

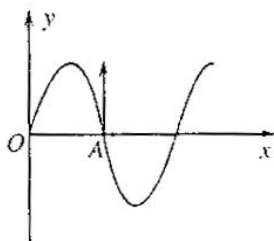
【易错考点 21—振动图像和波动图象】

		简谐运动的振图象	机械波的波动图象
图象			
函数关系		一个质点做简谐运动时，它的位置 x 随时间 t 变化的关系	在某一时刻某一直线上各个质点的位置所形成的图象（横波）
坐标	横轴	一个质点振动的的时间	各质点平衡位置距坐标原点的位置（距离）
	纵轴	一个质点不同时刻相对平衡位置的位移	各质点相对各自平衡位置的位移
形状		正弦函数或余弦函数的图象	
由图象可直观得到的数据		周期 T 振幅 A	波长 lambda 振幅 A 波峰及波谷的位置
图象上某一点的意义		在某时刻（横轴坐标）做简谐运动的物体相对平衡位置的位移（纵轴坐标）	在某时刻，距坐标原点的距离一定（横轴坐标）的该质点的位移（纵坐标）

易错指数：★★★

【真题过关·多选】一列横波沿直线传播，某时刻的波形如图所示，质点 A 的平衡位置与坐标原点 O 相距 0.5m，此时质点 A 沿正方向运动，再经 0.02s 第一次到达最大位移。由此

可知 ()。



- A. 这列波的波长为 1m
 B. 这列波的频率为 100Hz
 C. 这列波的波速为 25m/s
 D. 这列波向右传播

【答案】 AD。由于 A 点距 O 点 0.5m，所以波长为 $\lambda = 1m$ ，由于质点 A 再经 0.02s 第一次到达最大位移，所以周期为 $T=0.08s$ ，频率为 $f=1/T=12.5Hz$ 。由于 $v = \lambda / T$ ，于是可得波速为 12.5m/s，由于波的形成实际上是波源质量依次带动后面的质量参与振动，而质点 A 此时是向上振动，可见它是被左侧质点所带动，即波是向右传播的。故本题选 AD。

第二部分 电磁学

【易错考点 22—电场强度和电场线】

1. 电场强度

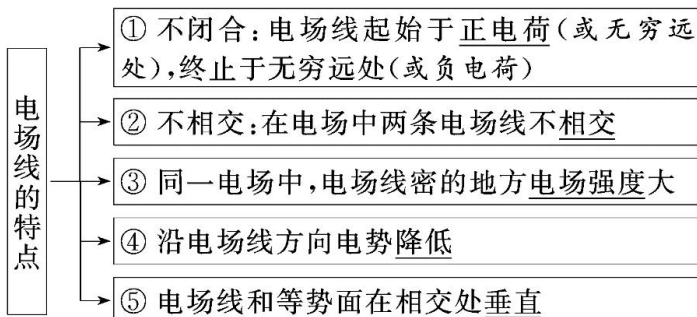
(1) 定义式: $E = \frac{F}{q}$, 单位: N/C 或 V/m。

(2) 方向: 规定正电荷在电场中某点所受电场力的方向为该点的电场强度方向。

3. 电场线

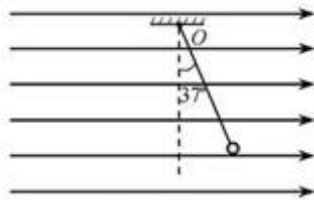
(1) 定义: 为了形象地描述电场中各点电场强度的强弱及方向, 在电场中画出一些有方向的曲线, 曲线上每点的切线方向都跟该点的电场强度方向一致, 曲线的疏密表示电场的强弱。

(2)



易错指数: ★★★

【真题过关·单选】用长为 1.4m 的轻质柔软绝缘细线，拴一质量为 $1.0 \times 10^{-2} \text{kg}$ 、电荷量为 $2.0 \times 10^{-8} \text{C}$ 的小球，细线的上端固定于 O 点。现加一水平向右的匀强电场，平衡时细线与铅垂线成 37° ，如图所示。现向左拉小球使细线水平且拉直，静止释放，则 ($\sin 37^\circ = 0.6$) ()



- A. 该匀强电场的场强为 $3.75 \times 10^7 \text{N/C}$
- B. 平衡时细线的拉力为 0.17N
- C. 经过 0.5s，小球的速度大小为 6.25m/s
- D. 小球第一次通过 O 点正下方时，速度大小为 7m/s

【答案】C。小球在平衡位置时，由受力分析可知： $qE = mg \tan 37^\circ$ ，解得

$$E = \frac{1.0 \times 10^{-2} \times 10 \times 0.75}{2.0 \times 10^{-8}} \text{N/C} = 3.75 \times 10^6 \text{N/C}, \quad \text{细线的拉力:}$$

$$T = \frac{mg}{\cos 37^\circ} = \frac{1.0 \times 10^{-2} \times 10}{0.8} \text{N} = 0.125 \text{N}, \quad \text{AB 不符合题意; 小球向左被拉到细线水平且拉}$$

直的位置，释放后将沿着电场力和重力的合力方向做匀加速运动，其方向与竖直方向成 37° 角，

$$\text{加速度大小为 } a = \frac{T}{m} = \frac{0.125}{1.0 \times 10^{-2}} \text{m/s}^2 = 12.5 \text{m/s}^2, \quad \text{则经过 0.5s, 小球的速度大小为}$$

$v = at = 6.25 \text{m/s}$, C 符合题意; 小球从水平位置到最低点的过程中，若无能量损失，则由动能定

理： $mgL + qEL = \frac{1}{2}mv^2$ ，带入数据解得 $v = 7 \text{m/s}$ ；因小球从水平位置先沿直线运动，然后当

细绳被拉直后做圆周运动到达最低点，在绳子被拉直的一瞬间有能量的损失，可知到达最低点时的速度小于 7m/s，D 不符合题意。故本题选 C。

【易错考点 23—电势能、电势和电势差】

1. 电势能

(1) 电场力做功的特点：电场力做功与路径无关，只与初、末位置有关。

(2) 电势能

①定义：电荷在电场中具有的电势能，数值上等于将电荷从该点移到零势能位置时电场力所做的功。

②电场力做功与电势能变化的关系：电场力做的功等于电势能的减少量，即 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB} = -\Delta E_p$ 。

2. 电势

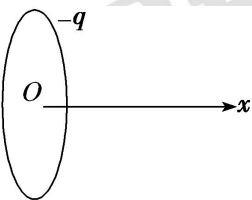
- (1) 定义：试探电荷在电场中某点具有的电势能与它的电荷量的比值。
- (2) 定义式： $\phi = \frac{E_p}{q}$ 。
- (3) 矢标性：电势是标量，有正、负之分，其正（负）表示该点电势比零电势高（低）。
- (4) 相对性：电势具有相对性，同一点的电势因选取零电势点的不同而不同。

3. 电势差

- (1) 定义：电荷在电场中由一点 A 移到另一点 B 时，电场力做功与移动电荷的电荷量的比值。
- (2) 定义式： $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$ 。
- (3) 电势差与电势的关系： $U_{AB} = \phi_A - \phi_B$, $U_{AB} = -U_{BA}$ 。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示，一圆环上均匀分布着负电荷， x 轴垂直于环面且过圆心 O 。下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法正确的是（ ）



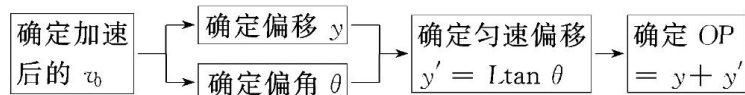
- A. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度先增大后减小，电势一直降低
- B. 从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度先增大后减小，电势先降低后升高
- C. O 点的电场强度为零，电势最低
- D. O 点的电场强度不为零，电势最高

【答案】C。圆环上均匀分布着负电荷，根据对称性可知，圆环上各电荷在 O 点产生的场强相互抵消，合场强为零。圆环上各电荷在 x 轴产生的电场强度有水平向左的分量，根据电场的叠加原理可知， x 轴上电场强度方向向左，根据顺着电场线方向电势降低，可知，从 O 点沿 x 轴正方向，电势升高。 O 点的场强为零，无穷远处场强也为零，所以从 O 点沿 x 轴正方向，场强应先增大后减小。综上分析可知 C 正确，A、B、D 错误。故本题选 C。

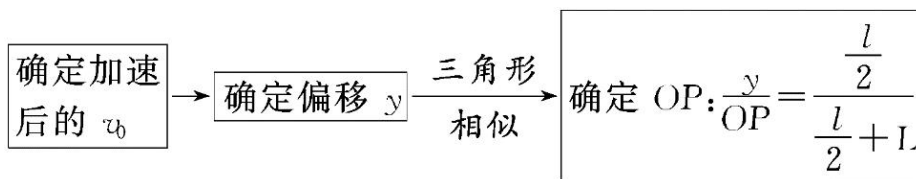
【易错考点 24—带电粒子在电场中的运动】

1. 确定最终偏移距离

思路一：

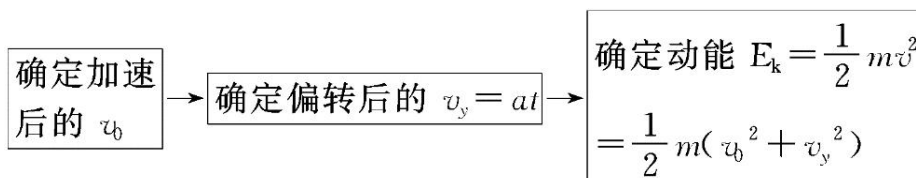


思路二:



2. 确定偏转后的动能 (或速度)

思路一:

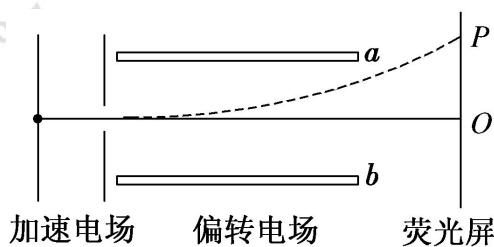


思路二:



易错指数: ★★★

【真题过关·多选】如图所示是示波器的原理示意图, 电子经电压为 U_1 的加速电场加速后, 进入电压为 U_2 的偏转电场, 离开偏转电场后打在荧光屏上的 P 点。 P 点与 O 点的距离叫偏转距离。要提高示波器的灵敏度 (即单位偏转电压 U_2 引起的偏转距离), 下列办法中可行的是 ()



- A. 提高加速电压 U_1
- B. 增加偏转极板 a 、 b 的长度
- C. 增大偏转极板与荧光屏的距离
- D. 减小偏转极板间的距离

【答案】BCD。电子经加速电场后动能为: $E_k = eU_1$, 加速后的速度为: $v = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}}$, 经

偏转电场的时间为: $t = \frac{l}{v}$, 出偏转电场的偏转位移为: $y = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{eU_2}{md} \times \left(\frac{l}{v}\right)^2 = \frac{U_2 l^2}{4dU_1}$, 设偏转

极板与荧光屏的距离为 L , 则 P 点到 O 点的偏转距离 $Y = \frac{\frac{l}{2} + L}{\frac{l}{2}} y$, 所以此示波器的灵敏度为: $\frac{Y}{U_2}$

$= \frac{l + 2L}{4dU_1} y$, 可知要提高灵敏度可以降低加速电压, 也可以增加偏转极板长度, 增大偏转极板与荧光屏的距离, 减小偏转极板间的距离, 故 A 错误, B、C、D 正确。故本题选 BCD。

【易错考点 25—电容器】

1. 必须记住的三个公式

$$C = \frac{Q}{U}, C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}, E = \frac{U}{d}$$

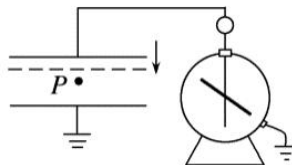
2. 必须明确两个关键点

- (1) 电路处于接通状态时, 电容器两极板间电压不变。
- (2) 电路处于断开状态时, 电容器两极板间的带电荷量不变。

分类	充电后与电池两极相连	充电后与电池两极断开
不变量	U	Q
d 变大	C 变小 → Q 变小、E 变小	C 变小 → U 变大、E 不变
S 变大	C 变大 → Q 变大、E 不变	C 变大 → U 变小、E 变小
ϵ_r 变大	C 变大 → Q 变大、E 不变	C 变大 → U 变小、E 变小

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】如图所示, 平行板电容器带有等量异种电荷, 与静电计相连, 静电计金属外壳和电容器下极板都接地, 在两极板间有一固定在 P 点的点电荷, 以 E 表示两板间的电场强度, E_p 表示点电荷在 P 点的电势能, θ 表示静电计指针的偏角。若保持下极板不动, 将上极板向下移动一小段距离至图中虚线位置, 则 ()



- A. θ 增大, E 增大
 B. θ 增大, E_p 不变
 C. θ 减小, E_p 增大
 D. θ 减小, E 不变

【答案】D。若保持下极板不动, 将上极板向下移动一小段距离, 根据 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 可知, C 变大; 根据 $Q = CU$ 可知, 在 Q 一定的情况下, 两极板间的电势差减小, 则静电计指针偏角 θ 减小; 根据 $E = \frac{U}{d}$, $Q = CU$, $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 联立可得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$, 可知 E 不变; P 点离下极板的距离不变, E 不变, 则 P 点与下极板的电势差不变, P 点的电势不变, 故 E_p 不变; 由以上分析可

知, 选项 D 正确。故本题选 D。

【易错考点 26—电流】

1. 定义: 电荷的定向移动形成电流。

2. 条件: ①有可以自由移动的电荷; ②导体两端存在电压。

3. 方向: 电流是标量, 为研究问题方便, 规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。在外电路中电流由电源正极到负极, 在内电路中电流由电源负极到正极。

4. 三个表达式

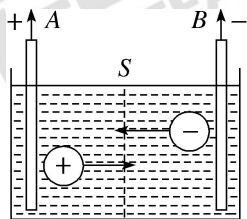
①定义式: $I = \frac{q}{t}$, q 为在时间 t 内通过导体横截面的电荷量。

②微观表达式: $I = nqSv$, 其中 n 为导体中单位体积内自由电荷的个数, q 为每个自由电荷的电荷量, S 为导体的横截面积, v 为自由电荷定向移动的速率。

③决定式: $I = \frac{U}{R}$, 即欧姆定律。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】如图所示, 在 1 价离子的电解质溶液内插有两根碳棒 A 和 B 作为电极, 将它们接在直流电源上, 于是溶液里就有电流通过。若在 t 秒内, 通过溶液内截面 S 的正离子数为 n_1 , 通过的负离子数为 n_2 , 设基本电荷为 e , 则以下说法中正确的是 ()



A. 正离子定向移动形成的电流方向从 $A \rightarrow B$, 负离子定向移动形成的电流方向从 $B \rightarrow A$

B. 溶液内由于正、负离子移动方向相反, 溶液中的电流抵消, 电流等于零

C. 溶液内的电流方向从 $A \rightarrow B$, 电流 $I = \frac{n_1 e}{t}$

D. 溶液内的电流方向从 $A \rightarrow B$, 电流 $I = \frac{(n_1 + n_2)e}{t}$

【答案】D。电荷的定向移动形成电流, 规定正电荷定向移动的方向为电流方向, 由题图所示可知, 溶液中的正离子从 A 向 B 运动, 负离子由 B 向 A 移动, 负电荷由 B 向 A 移动相当于正电荷由 A 向 B 移动, 因此电流方向是 $A \rightarrow B$, 带电离子在溶液中定向移动形成电流, 电流不为零, 故选项 A、B 错误; 溶液中电流方向是 $A \rightarrow B$, 电流 $I = \frac{q}{t} = \frac{n_1 e + n_2 e}{t}$, 故选项 C 错误, D 正确。故本题选 D。

【易错考点 27—电功和电热、电功率和热功率的区别与联系】

电功和电热、电功率和热功率的区别与联系

	意义	公式	联系
电功	电流在一段电路中所做的功	$W = UIt$	对纯电阻电路, 电功等于电热, $W = Q = UIt = I^2Rt$
电热	电流通过导体产生的热量	$Q = I^2Rt$	
电功率	单位时间内电流所做的功	$P_{\text{电}} = UI$	对纯电阻电路, 电功率等于热功率, $P_{\text{电}} = P_{\text{热}} = UI = I^2R$
热功率	单位时间内导体产生的热量	$P_{\text{热}} = I^2R$	

易错指数: ★★

【真题过关·单选】下列关于电功、电功率和焦耳定律的说法中错误的是 ()。

- A. 电功率越大, 电流做功越快, 电路中产生的焦耳热一定越多
- B. $W = UIt$ 适用于任何电路, 而 $I = \frac{U}{R}$ 只适用于纯电阻电路
- C. 在非纯电阻电路中, $UI > I^2R$
- D. 焦耳热 $Q = I^2Rt$ 适用于任何电路

【答案】A。电功率越大, 表示电流做功越快, 但是电路中产生的焦耳热量的多少还与做功的时间的长短有关, A 错误, 符合题意; 公式 $W = UIt$ 是计算电路的总功的大小, 适用于

任何的电路, 当为纯电阻电路时, 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 可以推导出 $W = I^2Rt$, $W = \frac{U^2}{R}t$,

所以 $W = I^2Rt$, $W = \frac{U^2}{R}t$ 只能适用于纯电阻电路, B 不符合题意; 在不是纯电阻的电路中,

UI 表示的是总的功率的大小, 而 I^2R 只是电路中发热的功率, 还有对外做功的功率的大小,

所以 $UI > I^2R$, 所以 C 不符合题意; 焦耳热 $Q = I^2Rt$ 适用于任何电路中的焦耳热量的计算,

D 不符合题意。故本题选 A。

【易错考点 28—闭合电路欧姆定律】

闭合电路欧姆定律

1. 内容

闭合电路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。

2. 公式

(1) $I = \frac{E}{R+r}$ (只适用于纯电阻电路)

(2) $E = U_{内} + U_{外}$ (适用于任何电路)

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】一电池外电路断开时的路端电压为 3V, 接上 8Ω 的负载电阻后路端电压降为 2.4V, 则可以判定电池的电动势 E 和内电阻 r 为 ()。

A. $E = 2.4V, r = 1\Omega$

B. $E = 3V, r = 2\Omega$

C. $E = 2.4V, r = 2\Omega$

D. $E = 3V, r = 1\Omega$

【答案】B。电池外电路断开时的路端电压为 3V, 则电池的电动势 $E = 3V$, 当电源接上 8Ω 的负载电阻后路端电压降为 2.4V, 电路中电流为 $I = \frac{U}{R} = \frac{2.4}{8} A = 0.3A$, 电源的内阻 $r = \frac{E-U}{I} = 2\Omega$, B 符合题意。故本题选 B。

【易错考点 29—地磁场】

地球是一个巨大的磁体, 磁场的 N 极在地球的南极附近, S 极在地球的北极附近, 磁感线分布和条形磁体磁场分布近似。

地磁场 B 的水平分量 (B_x) 总是从地球南极指向北极, 而竖直分量 (B_y) 则南北相反, 在南半球垂直地面向上, 在北半球垂直地面向下。

在赤道平面上, 距离地球表面高度相等的各点, 磁感应强度相等, 且方向水平向北。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】关于地球的磁场, 下面说法中正确的是 ()

A. 地球磁场是匀强磁场

B. 地球磁场的南北极和地理的南北极是一致的

C. 赤道附近的地磁场方向与地面垂直

D. 北极附近的地磁场方向近似与地面垂直

【答案】D。地球是一个巨大的磁体, 周围存在磁场; 不同的位置的磁感应强度的大小与方向都不同, 所以不是匀强磁场, A 不符合题意; 地磁南北极和地理南北极不完全重合, 地磁的北极在地理南极附近, 地磁南极在地理的北极附近, B 不符合题意; 根据地球的磁场的特点可知, 赤道附近的地磁场方向近似与地面平行, C 不符合题意; 磁的北极在地理南极附近, 地磁南极在地理的北极附近, 两极附近的地磁场方向近似与地面垂直, D 符合题意。所以 D 符

合题意，ABC 不符合题意。故本题选 D。

【易错考点 30—安培定则】

1.内容：用右手握住螺线管，让四指弯向螺线管中的电流方向，则大拇指所指的那端就是螺线管的北极。

2.使用安培定则应注意的问题

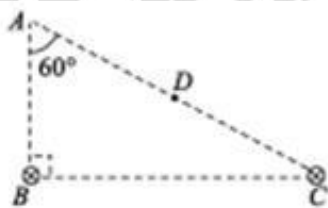
(1) 决定通电螺线管磁极极性的根本因素是通电螺线管上电流的环绕方向，而不是通过螺线管上的导线的绕法和电源正、负极的接法。当两个螺线管上的电流的环绕方向一致时，它们两端的磁极极性就相同。

(2) 四指的指向必须是螺线管上电流的环绕方向。

(3) N 极和 S 极必须在通电螺线管的两端。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示，直角三角形 ABC 中 $\angle A=60^\circ$ ， $AD=DC$ ，置于 B、C 两点垂直纸面的直导线中通有大小相等、方向向里的恒定电流，D 点的磁感应强度大小为 B_0 。若把置于 C 点的直导线移至 A 点，电流大小和方向都不变，则 D 点的磁感应强度变为（ ）



A. 大小为 $\sqrt{3}B_0$ ，方向向下

B. 大小为等 $\frac{\sqrt{3}}{3}B_0$ ，方向向下

C. 大小为 B_0 ，方向向左

D. 大小为 $2B_0$ ，方向向左

【答案】A。根据右手安培定则可知置于 B 点的直导线在 D 点的产生的磁感应强度方向垂直 BD 斜向右下，与竖直方向成 30° ，大小为 B；同理可得置于 C 点的直导线在 D 点的产生的磁感应强度方向垂直 CD 斜向右上，与竖直方向成 30° ，大小为 B，根据叠加原理可得 $B_0 = 2B\cos\frac{120^\circ}{2} = B$ ；若把置于 C 点的直导线移至 A 点时，在 D 点的产生的磁感应强度方向垂直 CD 斜向左下，与竖直方向成 30° ，大小为 B，根据叠加原理可得 D 点的磁感应强度为 $B' = 2B\cos 30^\circ = \sqrt{3}B = \sqrt{3}B_0$ ，方向向下，符合题意，B、C、D 不符合题意。故本题选 A

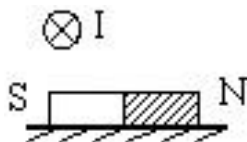
【易错考点 31—左手定则】

伸开左手，使大拇指跟其余四个手指垂直，并且都跟手掌在同一个平面内，把手放入磁场中，让磁感线垂直穿过手心，并使伸开的四指指向电流的方向，那么，大拇指所指的方向，就是通电导线在磁场中的受力方向。

	左手定则	安培定则
拇指方向	大拇指所指方向是通电导体的受力方向	大拇指所指方向是通电螺线管的 N 极方向
适用范围	判定通电导体在磁场中的受力方向	判定通电螺线管的磁极
已知条件	磁场方向和电流方向	电流方向
能量转化	电能转化为机械能	电能转化为磁场能

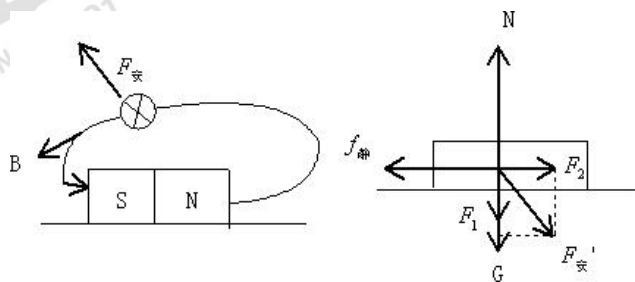
易错指数：★★★

【真题过关·单选】 如图所示，一条形磁铁放在水平桌面上，在它的左上方固定一直导线，导线与磁场垂直，若给导线通以垂直于纸面向里的电流，则 ()



- A. 磁铁对桌面压力增大
- B. 磁场对桌面压力减小
- C. 桌面对磁铁没有摩擦力
- D. 桌面对磁铁摩擦力向右

【答案】 A。根据条形磁体磁感线分布情况得到直线电流所在位置磁场方向，如图，在根据左手定则判断安培力方向，如左图；



根据牛顿第三定律，电流对磁体的作用力向右下方，如右图。根据平衡条件，可知通电后支持力变大，静摩擦力变大，向左。BCD 不符合题意，A 符合题意。故本题选 A。

【易错考点 32—安培力】

1. 安培力的大小

- (1) 安培力的计算公式： $F = BIL$ ，条件为磁场 B 与直导体 L 垂直。
- (2) 当导体与磁场垂直时，安培力最大；当导体与磁场平行时，安培力为零。
- (3) $F = BIL$ 要求 L 上各点处磁感应强度相等，故该公式一般适用于匀强磁场。

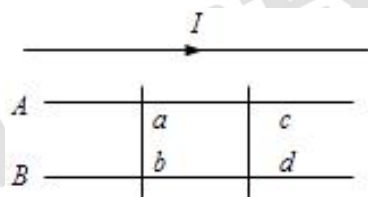
2. 安培力的方向

(1) 安培力的方向用左手定则判定：伸开左手，使大拇指与其余四指垂直，并且都在同一个平面内，把手放入磁场中，让磁感线垂直穿入手心，并使伸开的四指指向电流方向，那么大拇指所指的方向就是通电导体在磁场中的受力方向。

(2) F、B、I 间的方向关系：已知 B、I 的方向（B、I 不平行时），可用左手定则确定 F 的唯一方向： $F \perp B$ ， $F \perp I$ ，则 F 垂直于 B 和 I 所构成的平面，但已知 F 和 B 的方向，不能唯一确定 I 的方向。由于 I 可在平面 a 内与 B 成任意不为零的夹角。同理，已知 F 和 I 的方向也不能唯一确定 B 的方向。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示，在载流直导线近旁固定有两平行光滑导轨 A、B，导轨与直导线平行且在同一水平面内，在导轨上有两根可自由滑动的导体棒 ab 和 cd。当载流直导线中的电流逐渐减弱时，导体棒 ab 和 cd 的运动情况是（ ）



- A. 一起向左运动 B. 一起向右运动
 C. 相向运动，相互靠近 D. 相背运动，相互远离

【答案】D。根据右手螺旋定则知，直线电流下方的磁场方向垂直纸面向里，电流减小时，磁场减弱，根据楞次定律得，回路中的感应电流为 acdb，根据左手定则知，ab 所受安培力方向向左，cd 所受安培力向右，即 ab 和 cd 反向运动，相互远离。ABC 不符合题意，D 符合题意。故本题选 D。

【易错考点 33—洛伦兹力】

1. 洛伦兹力的大小

- (1) 洛伦兹力计算式为 $F = qvB$ ，条件为磁场 B 与带电粒子运动的速度垂直。
 (2) 当 $v \parallel B$ 时， $F = 0$ ；当 $v \perp B$ 时，F 最大。

2. 洛伦兹力的方向

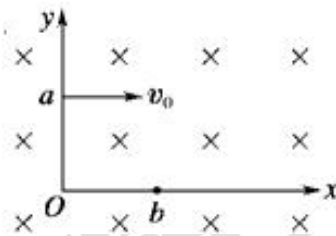
(1) 洛伦兹力的方向用左手定则判定：伸开左手，使大拇指和其余四指垂直，并且都跟手掌在同一平面内，把手放入磁场中，让磁感线垂直穿过掌心，四指指向正电荷的运动方向，那么，大拇指所指的方向就是正电荷所受洛伦力的方向；如果运动电荷为负电荷，则四指指

向负电荷运动的反方向。

(2) F 、 v 、 B 间的方向关系。已知 v 、 B 的方向，可以由左手定则确定 F 的唯一方向： $F \perp v$ 、 $F \perp B$ ，则 F 垂直于 v 和 B 所构成的平面；但已知 F 和 B 的方向，不能唯一确定 v 的方向，由于 v 可以在 v 和 B 所确定的平面内与 B 成不为零的任意夹角。同理，已知 F 和 v 的方向，也不能唯一确定 B 的方向。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示，带电粒子以速度 v_0 从 a 点进入匀强磁场，运动中经过 b 点， $Oa=Ob$ ，若撤去磁场加一个与 y 轴平行的匀强电场，仍以 v_0 从 a 点进入电场，粒子仍能通过 b 点，那么电场强度 E 与磁感应强度 B 之比 $\frac{E}{B}$ 为 ()



A. v_0

B. $\frac{1}{v_0}$

C. $2v_0$

D. $\frac{v_0}{2}$

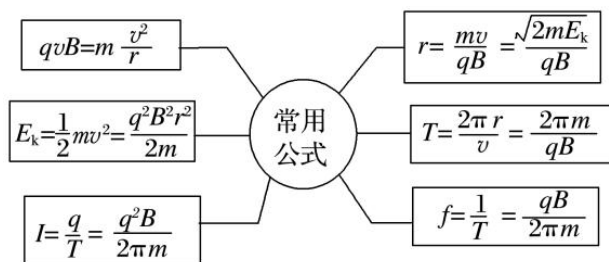
【答案】C。设 $oa=ob=d$ ，因为带电粒子在磁场中做匀速圆周运动，所以圆周运动的半径正好等于 d ，即 $r = \frac{mv_0}{qB} = d$ ，得到 $B = \frac{mv_0}{qd}$ 。如果换成匀强电场，水平方向以 v_0 做匀速直线运动，

竖直沿 y 轴负方向做匀加速运动，即 $d = \frac{1}{2} \times \frac{qE}{m} \times \left(\frac{d}{v_0}\right)^2$ ，得到 $E = \frac{2mv_0^2}{qd}$ ，所以 $\frac{E}{B} = 2v_0$ ，选

项 C 正确。故本题选 C。

【易错考点 34 - 带电粒子在磁场中运动】

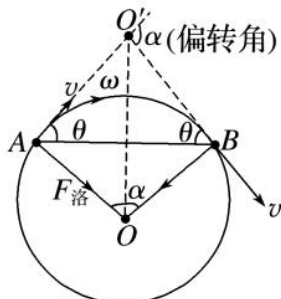
1. 必须掌握的几个公式



2. 轨迹、圆心和半径是根本

(1) 画轨迹: 根据题意, 画出带电粒子在匀强磁场中的运动轨迹

(2) 圆心的确定: 轨迹圆心 O 总是位于入射点 A 和出射点 B 所受洛伦兹力 $F_{洛}$ 作用线的交点上或 AB 弦的中垂线 OO' 与任一个 $F_{洛}$ 作用线的交点上, 如图所示



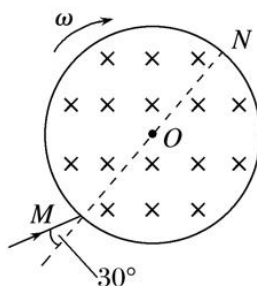
(3) 半径的确定: 利用平面几何关系, 求出轨迹圆的半径, 如 $r = \frac{AB}{2\sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{AB}{2\sin\theta}$, 然后

再与半径公式 $r = \frac{mv}{qB}$ 联系起来求解

(4) 时间的确定: $t = \frac{\alpha}{2\pi} \cdot T = \frac{\alpha m}{qB}$ 或 $t = \frac{s}{v} = \frac{\alpha R}{v}$

易错指数: ★★★★★

【真题过关·单选】一圆筒处于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, 磁场方向与筒的轴平行, 筒的横截面如图 8 所示. 图中直径 MN 的两端分别开有小孔, 筒绕其中心轴以角速度 ω 顺时针转动. 在该截面内, 一带电粒子从小孔 M 射入筒内, 射入时的运动方向与 MN 成 30° 角. 当筒转过 90° 时, 该粒子恰好从小孔 N 飞出圆筒. 不计重力. 若粒子在筒内未与筒壁发生碰撞, 则带电粒子的比荷为 ()



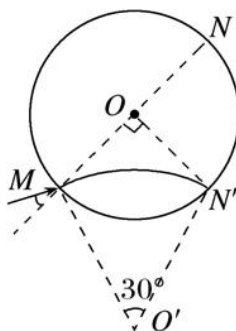
A. $\frac{\omega}{3B}$

B. $\frac{\omega}{2B}$

C. $\frac{\omega}{B}$

D. $\frac{2\omega}{B}$

【答案】A. 画出粒子的运动轨迹如图所示,



由洛伦兹力提供向心力得, $qvB = m\frac{v^2}{r}$, 又 $T = \frac{2\pi r}{v}$, 联立得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

由几何知识可得, 轨迹的圆心角为 $\theta = \frac{\pi}{6}$, 在磁场中运动时间 $t = \frac{\theta}{2\pi}T$, 粒子运动和圆

筒运动具有等时性, 则 $\frac{\theta}{2\pi}T = \frac{2}{\omega}$, 解得 $\frac{q}{m} = \frac{\omega}{3B}$, 故本题选 A.

【易错考点 35—磁通量】

磁通量是磁感应强度 B 与面积 S 的乘积。它是判断是否产生电磁感应, 计算感应电动势大小、感应电流通过导体截面的电量等物理量的基础。计算公式为 $\phi = BS$

单位: 韦伯 (Wb), $1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot \text{m}^2$

适用条件: ①匀强磁场; ② S 是指垂直磁场并在磁场中的有效面积。

物理意义: 磁通量表示穿过某一面积的磁感线的条数。磁通量是标量, 但有正、负, 其正负表示是正穿还是反穿。

易错指数: ★★★★★

【真题过关·单选】如图 1 所示, 两个同心圆形线圈 a、b 在同一平面内, 其半径大小关系为 $r_a < r_b$, 条形磁铁穿过圆心并与圆面垂直, 则穿过两线圈的磁通量 ϕ_a, ϕ_b 间的大小关系为 ()。

A. $\phi_a > \phi_b$

B. $\phi_a = \phi_b$

C. $\phi_a < \phi_b$

D. 条件不足, 无法判断

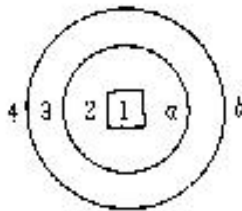
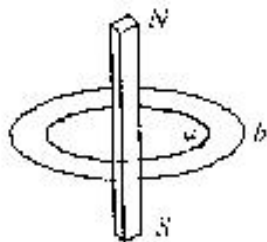


图 1

图 2

【答案】A。画出俯视图如图 2 所示，整个平面分为 1、2、3、4 四个区域，穿过各区域的磁通量分别为 ϕ_1 、 ϕ_2 、 ϕ_3 、 ϕ_4 ，由于磁感线是封闭的曲线，所以除 ϕ_1 是穿出纸面外的， ϕ_2 、 ϕ_3 、 ϕ_4 都是穿入纸面的，且有 $\phi_1 = \phi_2 + \phi_3 + \phi_4$ ，考虑到磁通量的正负，于是可得 $\phi_a = \phi_1 - \phi_2 > \phi_b = \phi_1 - \phi_2 - \phi_3$ 。故本题选 A。

【易错考点 36—楞次定律】

1.楞次定律的内容

感应电流的磁场总阻碍引起感应电流的原磁场的磁通量的变化。

2.对楞次定律的正确理解

第一，楞次定律的核心内容是“阻碍”二字，这恰恰表明楞次定律实质上就是能的转化和守恒定律在电磁感应现象中的特殊表达形式；第二，这里的“阻碍”，并非是阻碍引起感应电流的原磁场，而是阻碍原磁场磁通量的变化；第三，正因阻碍的是“变化”，所以，当原磁场的磁通量增加（或减少）而引起感应电流时，则感应电流的磁场必与原磁场反向（或同向）而阻碍其磁通量的增加（或减少），概括起来就是：

- (1) 感应电流的磁场总是阻碍原磁场或原磁通量的变化——“增反减同”
- (2) 感应电流所受原磁场的安培力总是阻碍（导体的）相对运动——“来拒去留”
- (3) 磁通量增加，线圈面积“缩小”；磁通量减小，线圈面积“扩张”——“增缩减扩”
- (4) 感应电流总是阻碍原电流的变化（自感现象）

易错指数：★★★

【真题过关·单选】在电磁感应现象中，下列说法中正确的是（ ）。

- A. 感应电流的磁场总是跟原来的磁场方向相反
- B. 闭合线框放在变化的磁场中一定能产生感应电流
- C. 闭合线框放在匀强磁场中做切割磁感线运动，一定能产生感应电流
- D. 感应电流的磁场总是阻碍原来磁场磁通量的变化

【答案】D。根据楞次定律，感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化。原来的磁场若要减弱，则感应电流的磁场方向与原来磁场方向相同；若原来的磁场在增强，则两磁反向。产生感应电流的条件是闭合回路中磁通量变化，虽然磁场的强弱在变化，但闭合线框平行磁场放入，磁通量不变（ $\Delta\phi=0$ ），不能产生感应电流，闭合线框在匀强磁场中平动时，线框中的磁通量不变，不能产生感应电流。故本题选 D。

【易错考点 37—法拉第电磁感应定律】

1. 法拉第电磁感应定律

(1) 内容：闭合电路中感应电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比。

(2) 公式： $E = n \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 。

2. 法拉第电磁感应定律应用

(1) 感应电动势大小的决定因素

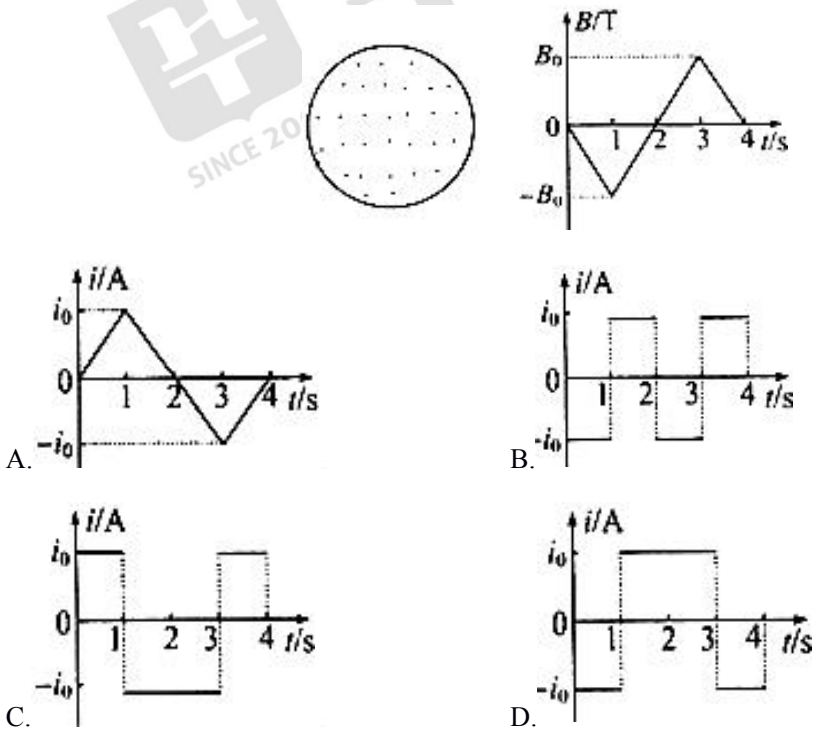
① 感应电动势的大小由穿过闭合电路的磁通量的变化率 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 和线圈的匝数 n 共同决定，而与磁通量 ϕ 、磁通量的变化量 $\Delta\phi$ 的大小没有必然联系。

② 当 $\Delta\phi$ 仅由 B 引起时， $E = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S$ ；当 $\Delta\phi$ 仅由 S 引起时， $E = n \frac{\Delta S}{\Delta t} B$ 。

(2) 磁通量的变化率 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 是 $\phi-t$ 图象上某点切线的斜率。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】 圆形导线框固定在匀强磁场中，磁感线的方向与导线框所在平面垂直，规定磁场的正方向垂直纸面向外，磁感应强度 B 随时间变化规律如图示，若规定逆时针方向为感应电流 i 的正方向，下列图中正确的是 ()



【答案】 C。由 $B-t$ 图象可知， $0-1$ s 内，线圈中磁通量增大，由楞次定律可知，电路中电流方向为逆时针，即电流为正方向，故 BD 错误；由楞次定律可知， $1-2$ s 内电路中的电流

为顺时针，为正方向，2 - 3s 内，电路中的电流为顺时针，为正方向，3 - 4s 内，电路中的电流为逆时针，为正方向，A 错误，C 正确。故本题选 C。

【易错考点 38—正弦交变电流】

1.产生：在匀强磁场里，线圈绕垂直于磁场方向的轴匀速转动。

2.中性面

(1) 定义：与磁场方向垂直的平面。

(2) 特点

①线圈位于中性面时，穿过线圈的磁通量最大，磁通量的变化率为零，感应电动势为零。

②线圈转动一周，两次经过中性面。线圈每经过中性面一次，电流的方向就改变一次。

3.图象：用以描述交流电随时间变化的规律，如果线圈从中性面位置开始计时，其图象为正弦函数曲线。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】矩形线圈在匀强磁场中，绕垂直磁场方向的轴匀速转动时，线圈平面跟中性面重合的瞬间，下面的说法中正确的是 ()

- A.线圈中的磁通量为零 B.线圈中的感应电动势最大
C.线圈的每一边都不切割磁感线 D.线圈所受的磁场力不为零

【答案】C。在中性面时，线圈与磁场垂直，磁通量最大。故 A 错误。在中性面时，没有边切割磁感线，感应电动势为零。故 B 错误。在中性面时，没有边切割磁感线，且每一边都不切割磁感线，感应电动势为零，故 C 正确。在中性面时，没有边切割磁感线，感应电动势为零，没有感应电流，则没有磁场力作用，故 D 错误。故本题选 C。

【易错考点 39—交变电流的瞬时值、有效值】

1.瞬时值：交变电流某一时刻的值，是时间的函数 $e = E_m \sin \omega t$ 。

2.峰值：交变电流的电流或电压所能达到的最大值，也叫最大值 $E_m = nBS\omega$ 。

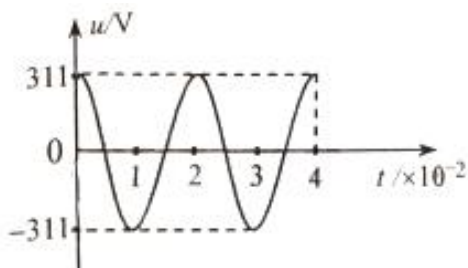
3.有效值：跟交变电流的热效应等效的恒定电流的值叫做交变电流的有效值。对正弦交流电，其有效值和峰值的关系为：

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}, U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}.$$

4.平均值：是交变电流图象中波形与横轴所围面积跟时间的比值 $\bar{E} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图所示为某交变电压 u 随时间 t 变化的图象，将该交流电与一阻值 $R=31.1\Omega$ 的电阻构成闭合回路，下列说法中正确的是（ ）



- A. 电流的最大值为 10A，频率为 50Hz B. 电流的有效值为 10A，频率为 0.02Hz
 C. 电流的最大值为 $10\sqrt{2}$ 频率为 50Hz D. 电流的有效值为 $10\sqrt{2}$ 频率为 0.02Hz

【答案】A。由图象知电压的峰值为： $U_m=311V$ ，则电流的最大值为：

$$I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{311}{31.1} = 10A; \text{有效值为: } I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}A; \text{周期为 } 0.02s, \text{而频率与周期互为倒}$$

数，所以频率为 50Hz，故 A 正确，BCD 错误。故本题选 A。

【易错考点 40—交变电流的两个特殊位置】

1. 线圈平面与中性面重合时， $S \perp B$ ， ϕ 最大， $\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 0$ ， $e = 0$ ， $i = 0$ ，电流方向发生改变。
2. 线圈平面与中性面垂直时， $S \parallel B$ ， $\phi = 0$ ， $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 最大， e 最大， i 最大，电流方向不变。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】关于线圈在匀强磁场中转动产生的交变电流，下列说法中正确的是（ ）

- A. 线圈每经过中性面一次，感应电流方向改变一次，感应电动势方向不变
 B. 线圈平面每经过中性面一次，感应电流和感应电动势方向都要改变一次
 C. 线圈每转动一周，感应电流方向就改变一次
 D. 线圈转动一周，感应电流和感应电动势方向都只改变一次

【答案】B。线圈每经过中性面一次，感应电动势和电流方向都改变一次，选项 A 错误，B 正确；线圈转动一周，感应电流和感应电动势方向都改变两次，选项 CD 错误。故本题选 B。

【易错考点 41—理想变压器】

1. 理想变压器的基本关系式

(1) 功率关系： $P_{入} = P_{出}$

(2) 电压关系: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 若 $n_1 > n_2$, 为降压变压器; 若 $n_1 < n_2$, 为升压变压器.

(3) 电流关系: 只有一个副线圈时, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$; 有多个副线圈时, $U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 + \dots$

+ $U_n I_n$.

2.原、副线圈中各量的因果关系

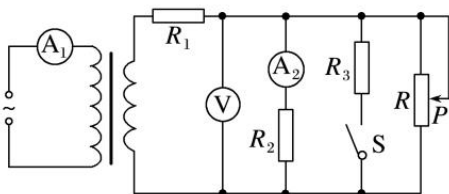
(1) 电压关系: U_1 决定 U_2 .

(2) 电流关系: I_2 决定 I_1 .

(3) 功率关系: $P_{出}$ 决定 $P_{入}$.

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】如图所示, 理想变压器原线圈接在交流电源上, 图中各电表均为理想电表. 下列说法正确的是 ()



- A. 当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时, R_1 消耗的功率变大
- B. 当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时, 电压表 V 示数变大
- C. 当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时, 电流表 A_1 示数变大
- D. 若闭合开关 S , 则电流表 A_1 示数变大, A_2 示数变大

【答案】B. 当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时, 接入电路的阻值变大, 变压器副线圈两端电压不变, 副线圈中的电流减小, 则 R_1 消耗的功率及其两端电压均变小, 故电压表的示数变大, 选项 A 错误, B 正确; 当滑动变阻器的滑动触头 P 向上滑动时, 副线圈中的电流减小, 则原线圈中的电流也减小, 电流表 A_1 示数变小, 选项 C 错误; 若闭合开关 S , 副线圈电路中总电阻减小, 副线圈中的电流变大, R_1 两端电压变大, R_2 两端电压减小, 电流表 A_2 示数减小; 原线圈中的电流也变大, 电流表 A_1 示数变大, 选项 D 错误. 故本题选 B.

第三部分 热学

【易错考点 42—分子热运动】

1. 扩散现象是相互接触的不同物质彼此进入对方的现象. 温度越高, 扩散越快; 可在固体、液体、气体中进行. 重点在于把握布朗运动的与分子运动间的关系.

2. 布朗运动, 指的是悬浮于液体中的固体小颗粒所做的永不停息的无规则运动.

(1) 对象: 布朗运动的研究对象是小颗粒, 而不是分子, 是属于宏观颗粒的运动.

(2) 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) 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。液体分子热运动的平均速率也比我们所观察到的布朗运动的速率大许多倍。但布朗运动间接传递了液体（或气体）分子无规则运动的信息。

(4) 产生原因：当颗粒足够小时，各个方向的液体分子对颗粒撞击的不平衡所引起的；导致布朗运动的本质原因是液体分子的热运动。

(5) 影响激烈程度的有关因素：微粒的质量、微粒的体积和液体的温度；而影响分子热运动剧烈程度的因素是温度。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】关于分子运动的说法，正确的有（ ）。

- A. 布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒的分子的无规则运动，空气中尘埃的飘动也是布朗运动
- B. 扩散现象说明了分子在永不停息的热运动，同时也证明了分子间有空隙
- C. 固体颗粒越大、液体温度越高，布朗运动越明显
- D. 布朗运动和扩散现象均为分子的热运动

【答案】B。布朗运动是悬浮在液体中固体颗粒的无规则运动，空气中尘埃的飘动不是布朗运动，不符合题意；扩散现象说明了分子在永不停息的热运动，同时也证明了分子间有空隙，符合题意；温度越高，颗粒越小，布朗运动越剧烈，不符合题意；布朗运动是指悬浮于液体中的颗粒所做的无规则运动的运动，不是分子本身的运动，但布朗运动反映了分子的无规则运动，不符合题意。故本题选 B。

【易错考点 43—分子力】

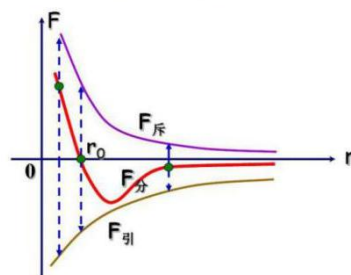
1. 分子间的引力 $f_{引}$ 与斥力 $f_{斥}$ 同时存在，表现出的分子力是其合力。

2. 分子间的引力 $f_{引}$ 与斥力 $f_{斥}$ 均随分子间距 r 的增大而减小，但斥力 $f_{斥}$ 随间距 r 衰减得更快些。

3. 分子间距存在着某一个值 r_0 （数量级为 $10^{-10}m$ ）

当 $r > r_0$ 时， $f_{引} > f_{斥}$ ，分子力表现为引力；

当 $r = r_0$ 时， $f_{引} = f_{斥}$ ，分子力为零；



当 $r < r_0$ 时, $f_{引} < f_{斥}$, 分子力表现为斥力;

4. 当分子间距当 $r > 10r_0$ 时, 分子间引力、斥力均可忽略。

5. 分子间引力 $f_{引}$, 斥力 $f_{斥}$ 及分子力 f 随分子间距 r 的变化情况如图所示。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】下列关于分子间的相互作用力的说法中正确的是 ()

A. 当分子间的距离 $r = r_0$ 时, 分子力为零, 说明此时分子间不存在作用力

B. 当 $r > r_0$ 时, 随着分子间距离的增大分子间引力和斥力都增大, 但引力比斥力增大得快, 故分子力表现为引力

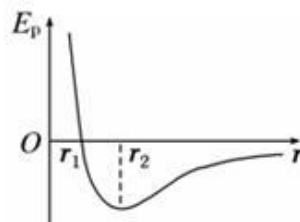
C. 当 $r < r_0$ 时, 随着分子间距离的增大分子间引力和斥力都增大, 但斥力比引力增大得快, 故分子力表现为斥力

D. 当分子间的距离 $r > 10^{-9}m$ 时, 分子间的作用力可以忽略不计

【答案】D。分子间的引力和斥力同时存在, 当分子间的距离 $r = r_0$ 时, 引力等于斥力, 分子力为零, A 不符合题意; 分子力随分子间的距离的变化而变化, 当 $r > r_0$ 时, 分子间的作用力随分子间距离的增大而减小, 斥力减小的更快, 故分子力表现为引力, 当分子间的距离 $r < r_0$ 时, 随着距离的减小, 分子间的引力和斥力都增大, 但斥力比引力增大的快, 故分子力表现为斥力, BC 不符合题意; 分子间距离大于分子直径 10 倍的时候, 分子间作用力非常微弱, 故当分子间的距离 $r = 10^{-9}m$ 时, 分子间的作用力可以忽略不计, D 符合题意。故本题选 D。

【易错考点 44—分子势能】

分子热能与分子力相关: 分子力做正功, 分子势能减小; 分子力做负功, 分子势能增加。而分子力与分子间距有关, 分子间距的变化则又影响着大量分子所组成的宏观物体的体积。这就在分子热

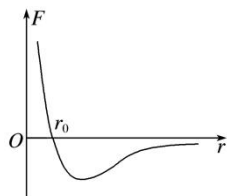


能与物体体积间建立起某种联系。考虑到分子力在 $r < r_0$ 时表现为斥力, 此时体积膨胀时, 表现为斥力的分子力做正功。因此分子势能随物体体积呈非单调变化的特征。

易错指数: ★★★

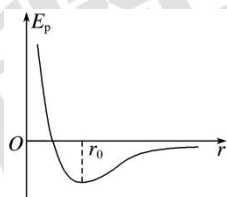
【真题过关·多选】两分子间的斥力和引力的合力 F 与分子间距离 r 的关系如图中曲线

所示，曲线与 r 轴交点的横坐标为 r_0 。相距很远的两分子在分子力作用下，由静止开始相互接近。若两分子相距无穷远时分子势能为零，下列说法正确的是（ ）



- A. 在 $r > r_0$ 阶段， F 做正功，分子动能增加，势能减小
- B. 在 $r < r_0$ 阶段， F 做负功，分子动能减小，势能也减小
- C. 在 $r = r_0$ 时，分子势能最小，动能最大
- D. 分子动能和势能之和在整个过程中不变

【答案】ACD。由 $E_p - r$ 图可知：在 $r > r_0$ 阶段，当 r 减小时 F 做正功，分子势能减小，分子动能增加，故 A 正确；在 $r < r_0$ 阶段，当 r 减小时 F 做负功，分子势能增加，分子动能减小，故 B 错误；在 $r = r_0$ 时，分子势能最小，但不为零，动能最大，故 C 正确；在整个相互接近的过程中，分子动能和势能之和保持不变，D 正确。故本题选 ACD。



【易错考点 45—理想气体】

1. 理想气体的状态方程：

(1) 内容：一定质量的某种理想气体发生状态变化时，压强跟体积的乘积与热力学温度的比值保持不变。

(2) 公式： $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ 或 $\frac{PV}{T} = C$ (C 是与 p 、 V 、 T 无关的常量)。

2. 理想气体状态方程与气体实验定律

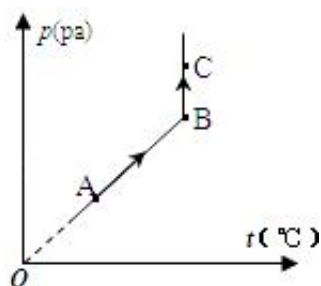
理想气体状态方程与气体实验定律的关系：温度不变： $p_1 V_1 = p_2 V_2$ (玻意耳定律)；体

积不变： $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ (查理定律)，压强不变： $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (盖-吕萨克定律)。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】一定质量的理想气体经历了 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的三个变化过程，其压强随摄氏温度变化的 $p - t$ 图如图所示，A、B、C 三个状态时气体的体积分别为 V_A 、 V_B 、 V_C ，则通

过图象可以判断它们的大小关系是 ()



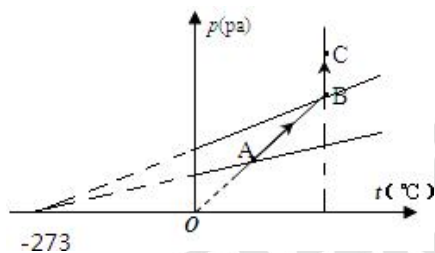
A. $V_A = V_B > V_C$

B. $V_A = V_B < V_C$

C. $V_A < V_B < V_C$

D. $V_A > V_B > V_C$

【答案】D。过理想气体 A 和 B 点，分别做它们的等容变化的 P - t 图，如图所示。



可以看出, $P_B > P_A$, 所以 $V_A > V_B$; B 到 C 的过程, 温度相等, 压强增加 $P_C > P_B$, 由 $\frac{PV}{T} = c$,

得 $V_B > V_C$; 所以: $V_A > V_B > V_C$. 故答案 D 正确。故本题选 D。

【易错考点 46—热力学第一定律】

1.内容: 物体内能的增量 ΔE 等于外界对物体做的功 W 和物体吸收的热量 Q 的总和。

2.表达式: $\Delta E = W + Q$

3.符号法则: 外界对物体做功, W 取正值, 物体对外界做功, W 取负值; 物体吸收热量 Q

取正值, 物体放出热量 Q 取负值; 物体内能增加 ΔE 取正值, 物体内能减少 ΔE 取负值。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】下列说法正确的是 ()

A.物体放出热量, 其内能一定减小

B.物体对外做功, 其内能一定减小

C.物体吸收热量, 同时对外做功, 其内能可能增加

D.物体放出热量, 同时对外做功, 其内能可能不变

【答案】C。物体放出热量, 若外界对物体做更多的功大于放出的热量, 内能可能增加, 故 A 错误; 物体对外做功, 如同时从外界吸收的热量大于做功的数值, 则内能增加, 故 B 错误; 物体吸收热量, 同时对外做功 W , 如二者相等, 则内能可能不变, 若 $Q > W$, 则内能增

加, 若 $W > Q$, 则内能减少, 故 C 正确; 物体放出热量, $Q < 0$, 同时对外做功, $W < 0$, 则 $\Delta U < 0$, 故内能一定减少, 故 D 错误。故本题选 C。

【易错考点 47—热力学第二定律】

1. 表述形式:

- (1) 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。
- (2) 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。

注意: 两种表述是等价的, 并可从一种表述导出另一种表述。

2. 对热力学第二定律的理解

热力学第二定律的两种表述都有“而不引起其他变化”, 这是我们理解这一定律的关键。表述 (1) 说明热传导的过程是有方向性的。这个过程可以向一个方向自发地进行, 但是向相反的方向不会自发进行。要实现相反方向的过程, 必须借助外界帮助, 因而产生了其他影响或引起其他变化。也就是说在引起了其他变化的情况下, 热量了可以从低温物体传到高温物体。

易错指数: ★★★

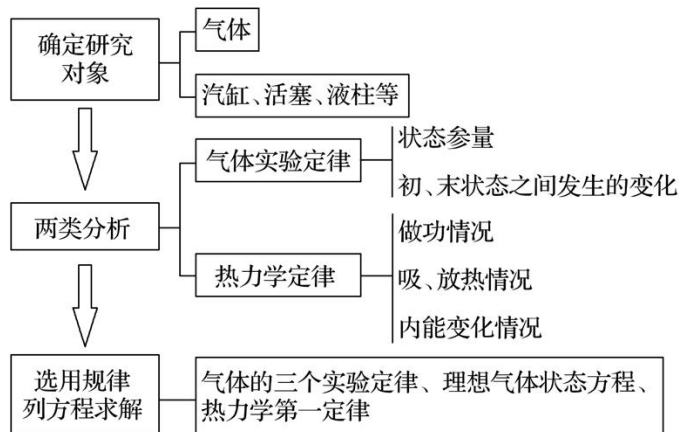
【真题过关·单选】关于两类永动机和热力学的两个定律, 下列说法正确的是 ()

- A. 第二类永动机不可能制成是因为违反了热力学第一定律
- B. 第一类永动机不可能制成是因为违反了热力学第二定律
- C. 由热力学第一定律可知做功不一定改变内能, 热传递也不一定改变内能, 但同时做功和热传递一定会改变内能
- D. 由热力学第二定律可知热量从低温物体传向高温物体是可能的, 从单一热源吸收热量, 完全变成功也是可能的

【答案】D。第二类永动机不违反能量守恒定律, 违反了热力学第二定律, A 不符合题意; 第一类永动机不可能制成是因为违反了热力学第一定律, B 不符合题意; 改变内能的方式有做功和热传递, 二者在内能的改变上是一样的, 若对外做功的同时吸收热量, 内能可能不变, C 不符合题意; 由热力学第二定律可知热量从低温物体传向高温物体是可能的, 从单一热源吸收热量, 完全变成功也是可能的, 要产生其它影响, D 符合题意。故本题选 D。

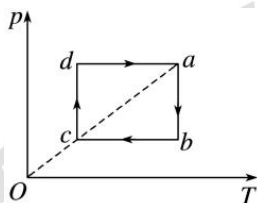
【易错考点 48—热力学定律与气体实验定律的综合】

解决热力学定律与气体实验定律的综合问题的基本思路



易错指数: ★★★

【真题过关·多选】一定量的理想气体从状态 a 开始, 经历等温或等压过程 ab 、 bc 、 cd 、 da 回到原状态, 其 pT 图象如图所示, 其中对角线 ac 的延长线过原点 O 。下列判断正确的是 ()



- A. 气体在 a 、 c 两状态的体积相等
- B. 气体在状态 a 时的内能大于它在状态 c 时的内能
- C. 在过程 cd 中气体向外界放出的热量大于外界对气体做的功
- D. 在过程 da 中气体从外界吸收的热量小于气体对外界做的功

【答案】AB。由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$ 得, $p = \frac{C}{V}T$, 由图象可知, $V_a = V_c$, 选项 A 正确; 理想气体的内能只由温度决定, 而 $T_a > T_c$, 故气体在状态 a 时的内能大于在状态 c 时的内能, 选项 B 正确; 由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 知, cd 过程温度不变, 内能不变, 则 $Q = -W$, 选项 C 错误; da 过程温度升高, 即内能增大, 则吸收的热量大于对外界做的功, 选项 D 错误。故本题选 AB。

第四部分 光学

【易错考点 49—折射率】

1. 折射率是一个反映介质的光学性质的物理量。

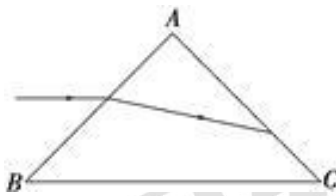
2.定义式: $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ 。

3.计算公式: $n = \frac{c}{v}$, 因为 $v < c$, 所以任何介质的折射率都大于 1。

4.当光从真空 (或空气) 射入某种介质时, 入射角大于折射角; 当光由介质射入真空 (或空气) 时, 入射角小于折射角。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】如图, 一个三棱镜的截面为等腰直角三角形 ABC, $\angle A$ 为直角。此截面所在平面内的光线沿平行于 BC 边的方向射到 AB 边, 进入棱镜后直接射到 AC 边上, 并刚好能发生全反射。该棱镜材料的折射率为 ()



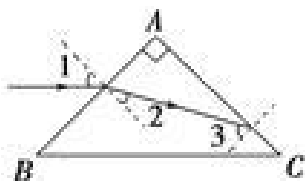
A. $\frac{\sqrt{6}}{2}$

B. $\sqrt{2}$

C. $\frac{3}{2}$

D. $\sqrt{3}$

【答案】A。根据折射率定义有, $\sin \angle 1 = n \sin \angle 2$, $n \sin \angle 3 = 1$, 已知 $\angle 1 = 45^\circ$, 又 $\angle 2 + \angle 3 = 90^\circ$, 解得: $n = \frac{\sqrt{6}}{2}$ 。故本题选 A。



【易错考点 50—全反射】

1.现象: 光从光密介质入射到光疏介质的分界面上时, 光全部反射回光密介质的现象。

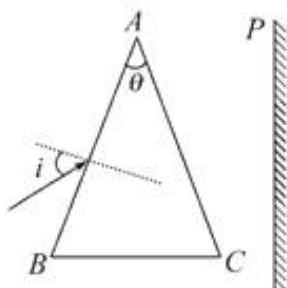
2.临界角: 折射角等于 90° 时的入射角, 用 C 表示, $\sin C = \frac{1}{n}$ 。

3.条件: (1) 光从光密介质射入光疏介质; (2) 入射角大于或等于临界角。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】一束白光从顶角为 θ 的一边以比较大的入射角 i 射入并通过三棱镜后, 在屏 P 上可得到彩色光带, 如图所示, 在入射角 i 逐渐减小到零的过程中, 假如屏上的彩色光

带先后全部消失，则（ ）。



- A. 红光最先消失，紫光最后消失 B. 紫光最先消失，红光最后消失
 C. 紫光最先消失，黄光最后消失 D. 红光最先消失，黄光最后消失

【答案】B。作出白光的折射光路图，可看出，白光从AB射入玻璃后，由于紫光偏折大，从而到达另一侧面AC时的入射角较大，且因紫光折射率大， $\sin C = \frac{1}{n}$ ，因而其全反射的临界角最小，故随着入射角*i*的减小，进入玻璃后的各色光中紫光首先发生全反射，且不从AC面射出，后依次是靛、蓝、绿、黄、橙、红，逐渐发生全反射而不从AC面射出。故本题选B。

【易错考点 51—光的色散】

1. 光的色散现象说明白光是复色光，是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫7种单色光组成的。

2. 光的色散现象表明，复色光通过棱镜，红光偏折最小，紫光偏折最大。

3. 同一种介质对不同色光的折射率*n*不同，对红光的折射率最小，对紫光的折射率最大。

(1) 由 $n = \frac{c}{v}$ 可知，在同一种介质中，红光的光速最大，紫光的光速最小，但各种颜色的光在真空中的光速都是 $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

(2) 由 $\sin C = \frac{1}{n}$ 可知，在同一种介质中，红光发生全反射的临界角最大，紫光发生全反射的临界角最小。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】 在白光通过玻璃棱镜发生色散的现象中，下列说法正确的是（ ）

- A. 红光的偏折角最大
 B. 白光为复色光，不同色光在玻璃中传播速度相同
 C. 紫光的偏折角最大，因为紫光在玻璃中的折射率最大
 D. 红光在玻璃中的传播速度比其他色光小

【答案】C。白色光经过三棱镜后产生色散现象，在光屏由上至下依次为红、橙、黄、绿、

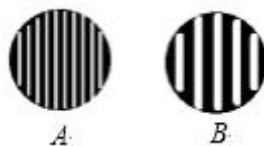
蓝、靛、紫。由于紫光的折射率最大，所以偏折最大；红光的折射率最小，则偏折程度最小。故 A 错误，C 正确。B、D、由 $v = \frac{c}{n}$ 分析可知，白光为复色光，不同色光在玻璃中传播速度相同，折射率大的在玻璃中传播速度小，则紫光的传播速度比红光小。故 BD 错误。故本题选 C。

【易错考点 52—双缝干涉】

由同一光源发出的光经双缝后，在屏上出现明暗相间的条纹。白光的双缝干涉的条纹是中央为白色条纹，两边为彩色条纹，单色光的双缝干涉中相邻亮条纹间距离为 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ 。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图 A、B 为 a、b 两束单色光分别经过同一双缝干涉装置后在屏上形成的干涉图样，则（ ）

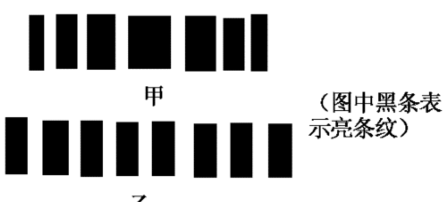


- A. 在真空中，a 光的传播速度大于 b 光的传播速度
- B. 在相同条件下，a 光比 b 光更容易发生明显的衍射现象
- C. 若 a 光照射某金属能发生光电效应，则 b 光照射该金属不一定能发生光电效应
- D. 两束光与声波本质上是相同的波，只是频率不同

【答案】C。在真空中，光传播的速度都相等，A 不符合题意；根据双缝干涉相邻条纹间距公式 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 可得在其它条件不变的情况下，相干光的波长越大，条纹间距越大，由题图可知 b 光的波长大于 a 光的波长，若遇到相同的障碍物，b 光更容易发生明显衍射，B 不符合题意；根据光在真空中的传播速度 $c = \lambda \nu$ ，则 b 光的频率小于 a 光的频率，若 a 光照在某金属上恰好能发生光电效应，则 b 光照在该金属上不一定能发生光电效应，C 符合题意；光是电磁波，声波是机械波，它们的产生机理不同，即本质不同，D 不符合题意。故本题选 C。

【易错考点 53—干涉和衍射】

		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	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	中央条纹最亮，两边变暗	清晰条纹，亮度基本相等

相同点	干涉、衍射都是波特有的现象，属于波的叠加； 干涉、衍射都有明暗相间的条纹
<p>易错指数：★★★</p> <p>【真题过关·单选】如图所示，甲、乙为单色光通过窄缝后形成的明暗相间的两种条纹图样，下列判断正确的是（ ）。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>A. 甲为单缝衍射的图样 B. 乙为双缝干涉的图样 C. 甲为双缝干涉的图样 D. 乙为单缝衍射的图样</p> <p>【答案】AB。双缝干涉图样的条纹间隔是均匀的，单缝衍射的条纹是中间宽，两侧逐渐变窄。由此可见，选项 A、B 正确。故本题选 AB。</p>	

第五部分 近现代物理学

【易错考点 54—光电效应】

1. 对于任何一种金属，入射光的频率必须大于某一极限频率才能产生光电效应，低于这个极限频率，无论强度如何，无论照射时间多长，也不能产生光电效应；
2. 在单位时间里从金属极板中发射出的光电子数跟入射光的强度成正比；
3. 发射出的光电子的最大初动能与入射光强度无关，只随入射光频率的增大而增大；
4. 只要入射光的频率高于金属极板的极限频率，无论其强度如何，光电子的产生都几乎是瞬时的，不超过 10^{-9}s 。

爱因斯坦光电效应方程为：

$$E_{km} = h\nu - W$$

假如 $h\nu < W$ ，电子不能脱离金属的表面。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】关于光电效应，下列说法中正确的是（ ）

- A. 光电子的最大初动能随着入射光的强度增大而增大
B. 只要入射光的强度足够强，照射时间足够长，就一定能产生光电效应

C.在光电效应中,饱和电流的大小与入射光的频率无关

D.任何一种金属都有一个极限频率,低于这个频率的光不能使它发生光电效应

【答案】D。由光电效应的实验规律可知,故本题选项D符合题意;由光电效应方程可以推出光电子的最大初动能应随着入射光频率的增大而增大,A不合题意;饱和光电流的大小与光强有关,入射光频率一定时,饱和光电流大小与光强成正比,若是光强一定,入射光的频率越高,则光子数就少,饱和光电流就小了,C不合题意;能否发生光电效应,与照射的时间长短及入射光的强度无关,B不合题意。故本题选D。

【易错考点 55—光的波粒二象性】

1.个别光子的作用效果往往表现为粒子性;大量光子的作用效果往往表现为波动性。

2.频率高的光子容易表现出粒子性;频率低的光子容易表现出波动性。

3.光在传播过程中往往表现出波动性;在与物质发生作用时往往表现为粒子性。

4.由光子的能量 $E=h\nu$,光子的动量 $p = \frac{h}{\lambda}$ 表示式也可以看出,光的波动性和粒子性并不

矛盾:表示粒子性的粒子能量和动量的计算式中都含有表示波的特征的物理量----频率 ν 和波长 λ 。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】有关光的本性,下列说法中正确的是 ()

A.光具有波动性,又具有粒子性,这是相互矛盾和对立的

B.光的波动性类似于机械波,光的粒子性类似于质点

C.大量光子才具有波动性,个别光子只具有粒子性

D.由于光既具有波动性,又具有粒子性,无法只用其中一种去说明光的一切行为,只能认为光具有波粒二象性

【答案】D。光在不同条件下表现出不同的行为,其波动性和粒子性并不矛盾,故A不合题意、D合题意;光的波动性不同于机械波,其粒子性也不同于质点,故B不合题意;大量光子往往表现出波动性,个别光子往往表现出粒子性,故C不合题意。故本题选D。

【易错考点 56— α 粒子散射实验】

实验结果:

①绝大多数 α 粒子几乎不发生偏转;

②少数 α 粒子则发生了较大的偏转;

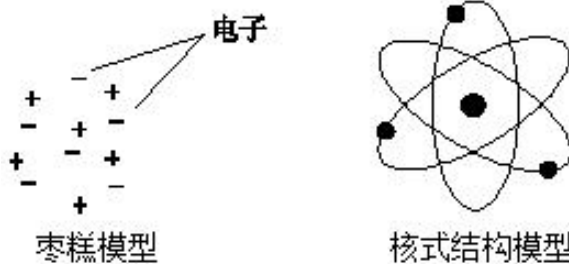
③极少数 α 粒子发生了大角度偏转(偏转角度超过 90° 有的甚至几乎达到 180°)。

实验结论:

卢瑟福根据粒子散射实验提出: 在原子的中心有一个很小的核, 叫作原子核, 原子的全部正电荷和几乎全部质量都集中在原子核里, 带负电的电子在核外的空间运动。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】人们在研究原子结构时提出过许多模型, 其中比较有名的是枣糕模型和核式结构模型, 它们的模型示意图如图所示。下列说法中正确的是 ()



- A. α 粒子散射实验与枣糕模型和核式结构模型的建立无关
- B. 科学家通过 α 粒子散射实验否定了枣糕模型, 建立了核式结构模型
- C. 科学家通过 α 粒子散射实验否定了核式结构模型, 建立了枣糕模型
- D. 科学家通过 α 粒子散射实验否定了枣糕模型和核式结构模型, 建立了玻尔的原子模型

【答案】B。卢瑟福通过 α 粒子散射实验否定了枣糕模型, 建立了原子的核式结构模型, 故 B 正确, ACD 错误。故本题选 B。

【易错考点 57—玻尔的原子理论】

1. 轨道假设: 原子中的电子在库仑引力的作用下, 绕原子核做圆周运动, 电子绕核运动的轨道是量子化的。

2. 定态假设: 电子在不同的轨道上运动时, 原子处于不同的状态, 因而具有不同的能量, 即原子的能量是量子化的。这些不同的状态叫定态。在各个定态中, 原子是稳定的, 不向外辐射能量。

3. 跃迁假设: 原子从一个能量状态向另一个能量状态跃迁时要吸收或放出一定频率的光子, 该光子的能量等于两个状态的能量差, 即 $h\nu = E_m - E_n$ 。

易错指数: ★★★

【真题过关·单选】根据玻尔理论, 氢原子辐射一个光子后, 则下列不正确的是 ()

- A. 电子绕核运动的半径变小
- B. 氢原子的电势能减小
- C. 核外电子的动能减小
- D. 氢原子的能量减小

【答案】C。氢原子辐射出一个光子后，从高能级向低能级跃迁，氢原子的能量减小，能级减少，即半径减小，库仑力做正功，电势能减小，ABD符合题意；根据 $k\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 得 $v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$ ，轨道半径减小，则 v 增大，则动能增大，C不符合题意；此题选项不正确的选项。故本题选 C。

【易错考点 58—氢原子跃迁】

(1) 原子从低能级向高能级跃迁：吸收一定能量的光子，当一个光子的能量满足 $h\nu = E_{末} - E_{初}$ 时，才能被某一个原子吸收，使原子从低能级 $E_{初}$ 向高能级 $E_{末}$ 跃迁，而当光子能量 $h\nu$ 大于或小于 $E_{末} - E_{初}$ 时都不能被原子吸收。

(2) 原子从高能级向低能级跃迁时，以光子的形式向外辐射能量，所辐射的光子能量恰等于发生跃迁时的两能级间的能量差。

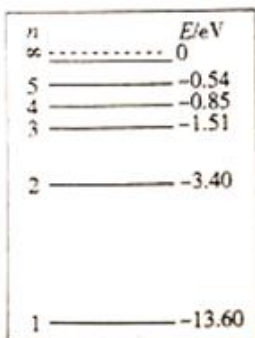
(3) 当光子能量大于或等于 13.6eV 时，也可以被氢原子吸收，使氢原子电离；当氢原子吸收的光子能量大于 13.6eV，氢原子电离后，电子具有一定的初动能。一群氢原子处于量子数为 n 的激发态时，可能辐射出的光谱线条数为 $N = \frac{n(n-1)}{2} = C_n^2$

(4) 原子还可吸收外来实物粒子（例如自由电子）的能量而被激发。由于实物粒子的动能可全部或部分被原子吸收，所以只要入射粒子的能量大于或等于两能级的能量差值（ $E = E_m - E_n$ ），均可使原子发生能级跃迁。

(5) 跃迁时电子动能、原子势能与原子能量的变化。当轨道半径减小时，库仑引力做正功，原子的电势能 E_p 减小，电子动能增大，原子能量减小。反之，轨道半径增大时，原子电势能增大，电子动能减小，原子能量增大。

易错指数：★★★

【真题过关·单选】如图为氢原子能级图，氢原子中的电子从 $n=5$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级可产生 a 光，从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级可产生 b 光，a、b 光照射到逸出功为 2.29eV 的金属钠表面均可产生光电效应，则（ ）



- A. a 光的频率小于 b 光的频率
- B. a 光的波长大于 b 光的波长
- C. a 光照射所产生的光电子最大初动能 $E_k = 0.57eV$
- D. b 光照射所产生的光电子最大初动能 $E_k = 0.34eV$

【答案】C。根据能级跃迁知识得： $\Delta E_1 = E_5 - E_2 = -0.54 - (-3.4) = 2.86eV$ ， $\Delta E_2 = E_4 - E_2 = -0.85 - (-3.4) = 2.55eV$ ，显然 a 光子的能量大于 b 光子，即 a 光子的频率大，波长短，AB 不符合题意。根据光电效应可知，a 光照射所产生的光电子的最大初动能为： $E_{ka} = \Delta E_1 - W_0 = 2.86 - 2.29 = 0.57eV$ ，C 符合题意；b 光照射后的最大初动能为： $E_{kb} = \Delta E_2 - W_0 = 2.55 - 2.29 = 0.26eV$ ，D 不符合题意。故本题选 C。

【易错考点 59—三种射线】

种类	α 射线	β 射线	γ 射线
组成	高速氦核流	高速电子流	光子流（高频电磁波）
带电荷量	$2e$	$-e$	0
质量	$4m_p$ ($m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$)	$\frac{m_p}{1840}$	静止质量为零
符号	${}^4_2\text{He}$	${}^0_{-1}e$	γ
速度	$0.1c$	$0.99c$	c
在电磁场中	偏转	与 α 射线反向偏转	不偏转
贯穿本领	最弱，用纸能挡住	较强，穿透几毫米的铝板	最强，穿透几厘米的铅板
对空气的电离作用	很强	较弱	很弱

易错指数：★★★

【真题过关·单选】分别用 α 、 β 、 γ 三种射线照射放在干燥空气中的带正电的验电器，则（ ）

- A. 用 α 射线照射时，验电器的带电荷量将增加

- B.用β射线照射时，验电器的电荷量将先减少后增加
- C.用三种射线照射时，验电器的电荷都将消失
- D.用γ射线照射时，验电器的带电量将不变

【答案】C。α射线是具有放射性的元素的原子核在发生衰变时两个中子和两个质子结合在一起而从原子核中释放出来，实质是带正电的氦核，电离能力作用最强，会将空气里气体分子中的电子剥离，剥离的电子与验电器中的正电荷中和，其电荷将消失，故A不符合题意；β射线是具有放射性的元素的原子核中的一个中子转化成一个质子同时释放出一个高速电子即β粒子，实质是带负电的高速电子流，电离能力作用较弱，依然可以将空气里气体分子中的电子剥离，剥离的电子与验电器中的正电荷中和，其电荷将消失，故B不符合题意；γ射线是原子核在发生α衰变和β衰变时产生的能量以γ光子的形式释放，实质是不带电的电磁波，电离能力作用最弱，但依然将空气里气体分子中的电子剥离，剥离的电子与验电器中的正电荷中和，其带电荷将消失，三种射线都具有电离作用，因此用三种射线照射时，验电器的电荷都将消失，故C符合题意，D不符合题意。故本题选C。

【易错考点 60—半衰期】

半衰期是说某元素的大量原子核衰变的平均快慢程度。它是大量该元素的原子核内在的自发生的一种统计规律。半衰期只适用于大量放射性原子构成的样品。如果放射性元素的原子核数极少或者为个别的原子核，就失去了统计规律存在的前提。

半衰期的定义是放射性元素的原子核有半数发生衰变需要的时间。设原来的原子核的数目为放射后剩余的原子核的数目为N，半衰期为T，衰变的时间为t，它们之间的关系式为：

$$N_{\text{余}} = N_{\text{原}} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

又因为放射性元素的质量和它包含的原子核的数目成正比。因此可以假设原来的元素的质量 m_0 ，放射后剩余的元素的质量为 m ，半衰期为T，衰变的时间为t，它们之间的关系式为

$$m_{\text{余}} = m_{\text{原}} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

易错指数：★★★

【真题过关·单选】下列关于放射性元素的半衰期的说法正确的是（ ）

- A.质量为 m 的铀经过两个半衰期后，原来所含的铀元素的原子核有 $\frac{3}{4}m$ 发生了衰变

B. 质量为 m 的铀经过两个半衰期后，原来所含的铀元素的原子核有 $\frac{1}{4}m$ 发生了衰变

C. 同种放射性元素，在化合物中的半衰期与在单质中的半衰期不相同

D. 氡的半衰期是 3.8 天，若有 4 个氡原子核，则经过 7.6 天就只剩下 1 个氡原子核

【答案】A. 质量为 m 的铀经过两个半衰期后，未衰变的质量 $m' = m \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}m$ ，知

原来所含的铀元素的原子核有 $\frac{3}{4}m$ 发生了衰变，故 A 正确，B 错误。放射性元素的半衰期与

化学性质无关，不管以单质形式存在，还是以化合物形式存在，半衰期相同，故 C 错误。半

衰期具有统计规律，对大量的原子核适用，对少数原子核不适用，故 D 错误。故本题选 A。

