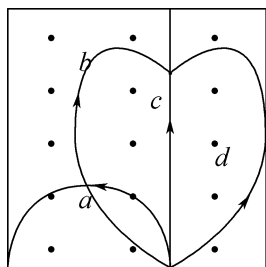


本试卷分单项选择题和非选择题两部分,共 100 分.考试用时 75 分钟.

一、单项选择题:共 11 题,每题 4 分,共 44 分.每题只有一个选项最符合题意.

1. 平面内存在垂直平面向外的匀强磁场,一电子垂直磁场射入,不计空气阻力.如图所示,则电子偏转的轨迹可能是 ()



A. a B. b C. c D. d

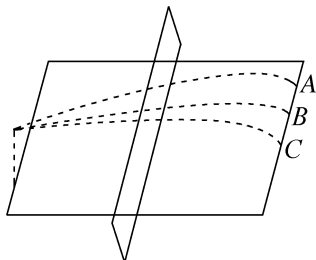
2. 使用高压输电,若发电站的输出功率不变,输电线的总电阻不变,将输电线中的电流降为原来的一半,则输电线上损耗的功率变为原来的 ()

A. 2 倍 B. $\frac{1}{4}$ C. 不变 D. 4 倍

3. 氢原子基态轨道的能量为 E_1 ,激发态轨道的能量为 E_2 .已知普朗克常量为 h ;则电子从该激发态跃迁至基态轨道释放的光子频率为 ()

A. E_1 B. E_2
C. $\frac{E_1 - E_2}{h}$ D. $\frac{E_2 - E_1}{h}$

4. 如图所示,小明跳起从同一高度三次将排球水平击出,排球分别落于 A、B、C 三点,不计空气阻力.关于该过程,下列说法正确的是 ()



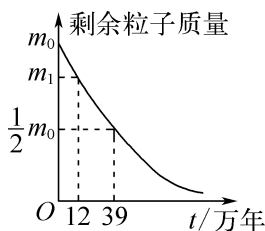
A. 排球的初速度满足 $v_C = v_B = v_A$

B. 排球的初速度满足 $v_C < v_B < v_A$

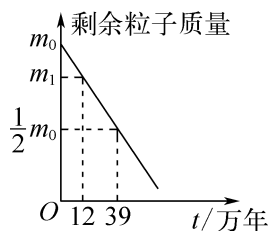
C. 排球的飞行时间满足 $t_C > t_B > t_A$

D. 排球的飞行时间满足 $t_C < t_B < t_A$

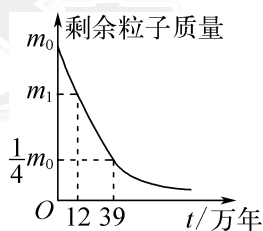
5. 已知某种元素的半衰期为 39 万年,一群该元素对应的粒子的原始质量为 m_0 ,经历 12 万年后该粒子的质量剩余 m_1 ,则下列关于剩余的该粒子质量随时间变化的图像正确的是 ()



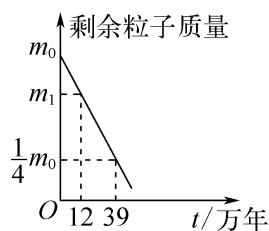
A



B

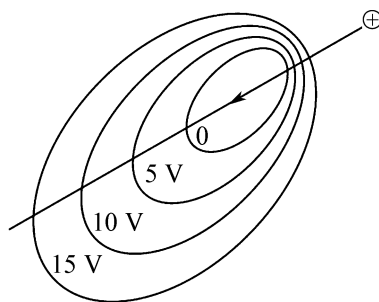


C



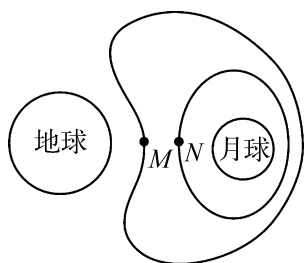
D

6. 一带正电粒子沿直线穿越如图等势面,则下列说法正确的是 ()

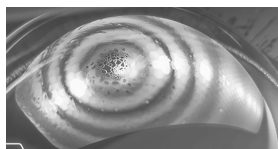


- A. 粒子电势能先增大后减小
B. 粒子所受电场力先做负功后做正功
C. 粒子电势能先减小后增大
D. 粒子所受电场力不变

7. 发射一颗探月卫星,其先后在两个轨道上分别经过 M 、 N 两点,如图所示,关于卫星在 M 、 N 两点的情况,下列说法正确的是 ()



- A. 在 N 点所受地球引力比月球引力大
 B. 在 N 点所受地球引力和月球引力相等
 C. 在 M 点所受月球引力比地球引力大
 D. 在 M 点所受地球引力比月球引力大
8. 如图所示,在重力作用下肥皂膜上出现的条纹.关于该条纹,下列说法正确的是 ()



- A. 是干涉现象,条纹对应的圆环半径越来越大
 B. 是干涉现象,条纹对应的圆环半径不变
 C. 是衍射现象,条纹对应的圆环半径越来越大
 D. 是衍射现象,条纹对应的圆环半径不变
9. 如图所示,由照相机拍摄的两组照片,甲图无法看清车内景物,乙图调整镜头后拍摄可以看清车内景物.关于该现象,下列说法正确的是 ()



甲



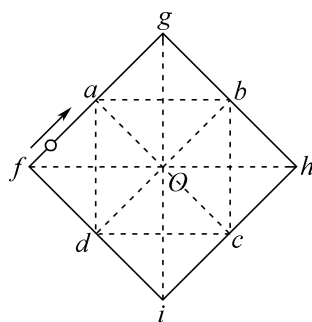
乙

- A. 照相机镜头前加的是绿色滤光片
 B. 照相机镜头前加的是增透膜
 C. 照相机镜头前加的是偏振片
 D. 照相机镜头前加的是增反膜
10. 旅客在网上购买高铁票后,可使用二代身份证在自动检票闸机上刷身份证进出站.当身份证进入

刷卡机感应范围后,刷卡机会向身份证发射高频电磁波,下列说法正确的是 ()

- A. 身份证放在刷卡机上不动不会产生感应电流
 B. 身份证放在刷卡机上不动就会产生感应电流
 C. 身份证快速靠近刷卡机感应电流会变大
 D. 身份证快速远离刷卡机感应电流会变大

11. 如图所示,水平面内一光滑小球沿正方形线框 $fghi$ 保持速率不变运行, a 、 b 、 c 、 d 分别是各边中点,在拐点处小球所受合力的冲量大小和其动量大小的比值是 ()

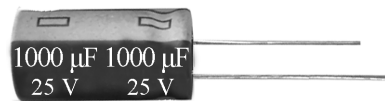


- A. $\frac{ab}{gb}$ B. $\frac{ab}{bd}$ C. $\frac{ab}{fh}$ D. $\frac{ab}{hi}$

二、非选择题:共 5 题,共 56 分.其中第 13 题~第 16 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤,只写出最后答案的不能得分;有数值计算时,答案中必须明确写出数值和单位.

12. (15 分)某实验小组用手机记录电容器的充放电过程.

(1) 如图甲所示,电容器的电容为 _____ μF .

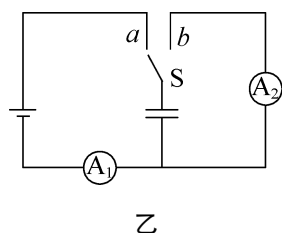


甲

(2) 关于电容器的电容,下列说法正确的是 _____.

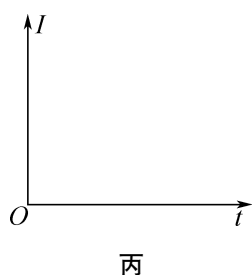
- A. 随着放电的进行,电容器的电容会逐渐变小
 B. 随着充电的进行,电容器的电容会逐渐变小
 C. 无论是否充放电,电容器的电容均不变

(3) 用手机记录电容器充满电后的放电过程, 电路图如图乙所示, 则下列步骤排序应为_____.



- ① S 接 b 至 A_2 为 0
- ② 打开手机开始拍摄, S 接 a 至 A_1 为 0
- ③ 关闭手机

(4) 在图丙中定性描绘出电容器放电过程电路中的电流随时间变化的规律.



(5) 已知电磁式电流表中有铝框, 上面绕有线圈, 请简述这一结构的作用: _____

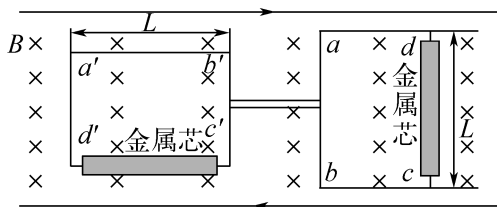
13. (6 分) 一定质量的理想气体从 a 状态到 b 状态经历等温变化, 此过程外界压缩气体对其做的功为 W . 已知 a 状态气体体积为 V_0 , 压强为 p_0 , b 状态气体体积为 V . 求:

- (1) 该过程气体放出的热量.
- (2) b 状态时气体的压强.

14. (8 分) 一质量 $m = 2 \times 10^3 \text{ kg}$ 的汽车经过一半径 $R = 20 \text{ m}$ 的圆弧形拱形桥最高点时, 车速大小为 10 m/s . 已知汽车的牵引力 $F = 2\,000 \text{ N}$, 阻力 $f = 1\,000 \text{ N}$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 . 求此时:

- (1) 汽车的向心加速度大小.
- (2) 汽车受到的合力大小.

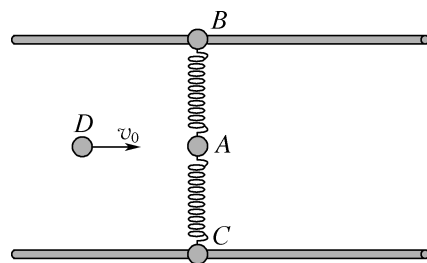
15. (12分) 扫地机器人可利用磁场对通电线圈的安培力实现悬浮与驱动. 如图所示, 一扫地机器人内含 $abcd$ 、 $a'b'c'd'$ 两矩形线框, 其中 $a'b'c'd'$ 为平衡框, 用于保持悬浮, $abcd$ 为驱动框, 用于提供向前的动力. 上下两导线中通电后, 其间形成的磁场可视为匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 方向垂直纸面向里. 每个框都有一长为 L 并嵌入金属芯的边, 金属芯使得该边处磁场的磁感应强度变为原来的 k ($k > 1$) 倍. 两线框通过绝缘杆固定连接, 总质量为 m , 运动过程中线框整体受到的摩擦阻力 f 大小恒定, 导线和线框均始终在同一竖直平面内, 且线框的上下边与导线始终水平.



- (1) 为了使线框整体悬浮, 求 $a'b'c'd'$ 框中的电流 I 的大小和方向.
- (2) 若线框向右运行的速度大小为 v_1 , 求 ab 边的感应电动势 E_1 .
- (3) 若线框以速度大小 v_0 在水平方向上匀速运动, 某时刻保持电流大小不变, 仅将动力线框 $abcd$ 中的电流反向, 线框在安培力和阻力作用下做匀减速直线运动, 经过位移 s 后停止, 求整个减速过程, 动力线框 cd 边所受安培力的平均功率 P .

16. (15分) 如图所示, 在光滑水平面上固定两个柱形光滑轨道, 轨道上分别约束着只能沿轨道方向运动的两个小球 B 和 C , 质量均为 $\frac{3}{5}m$. 小球 B 和 C 通过弹性限度足够大的相同轻质弹簧与质量为 m 的小球 A 相连. 初始时, 两弹簧均处于原长. 现有一质量为 M 的小球 D 以速度 v_0 沿轨道方向与小球 A 发生对心弹性碰撞, 碰撞时间极短, 不计空气阻力.

- (1) 求小球 D 与 A 碰撞后瞬间小球 A 的速度大小.
- (2) 若发生碰撞后小球 D 不再与 A 碰撞, 求每根弹簧所具有的最大弹性势能.
- (3) 要使弹簧第一次恢复原长时, 小球 D 与 A 恰好再次发生碰撞, 求 $\frac{m}{M}$ 的值.



选择性考试(回忆版)

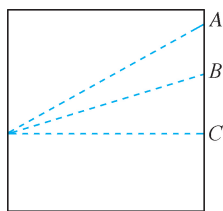
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	B	D	B	A	C	D	A	C	B	A

1. **A** 解析:磁场方向垂直纸面向外,根据左手定则可知,电子(带负电)垂直磁场射入时,在磁场中做逆时针方向的匀速圆周运动,故偏转轨迹可能为 **a**, **A** 正确.

2. **B** 解析:输电线上损耗的功率 $\Delta P = I^2 R$,输电线的总电阻 R 不变,而输电线中的电流 I 降为原来的一半,则 $\Delta P' = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R = \frac{I^2 R}{4} = \frac{\Delta P}{4}$, **B** 正确.

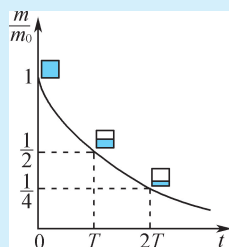
3. **D** 解析:电子从激发态跃迁至基态时,会以光子形式释放能量,且释放的能量等于两能级的能量差,即 $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$,则光子频率为 $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$, **D** 正确.

4. **B** 解析:排球被水平击出后做平抛运动,则运动时间 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$,下落高度 h 相同,故排球的飞行时间满足 $t_A = t_B = t_C$, **C、D** 错误;排球三次运动的俯视图如图所示,排球做平抛运动的水平位移 $x_C < x_B < x_A$,运动时间相等,又排球的初速度 $v = \frac{x}{t}$,可知 $v_C < v_B < v_A$, **B** 正确, **A** 错误.



5. **A** 解析:设粒子半衰期为 T ,则经过时间 t ,剩余质量为 $m_{\text{剩}} = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$,则 $m_{\text{剩}}$ 与时间 t 间不满足线性关系, **B、D** 错误. 根据题意,该粒子的半衰期为 39 万年,则经过 39 万年,剩余粒子质量变为 $\frac{1}{2} m_0$, **C** 错误, **A** 正确.

规律方法 放射性元素的衰变规律



6. **B** 解析:沿粒子运动轨迹,电势先降低后升高,根据 $E_p = q\varphi$,可知带正电粒子的电势能先减小后增大,则粒子所受电场力先做正功后做负功, **A、B** 错误, **C** 正确;因等差等势线疏密不均,由 $E = \frac{U}{d}$ 可知,电场为非匀强电场,故粒子所受电场力为变力, **D** 错误.

7. **D** 解析:做曲线运动的物体,合外力指向轨迹凹侧.卫星在运动过程中同时受到地球和月球的万有引力作用,由题图可知,卫星在 M 点所受合外力指向地球(说明:轨迹凹侧为地球),所以卫星在 M 点所受地球引力大于月球引力, **C** 错误, **D** 正确;同理,可知卫星

在 N 点所受月球引力大于地球引力, **A、B** 错误.

规律方法 曲线运动中速度方向、合力方向与运动轨迹之间的关系

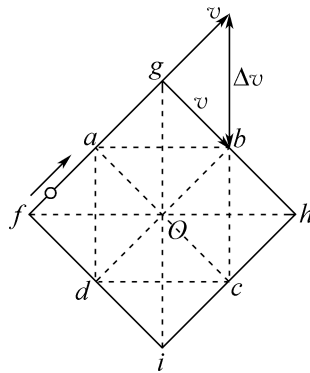
- (1) 速度方向与运动轨迹相切.
- (2) 合力方向指向曲线的“凹”侧.
- (3) 运动轨迹一定夹在速度方向和合力方向之间.

8. **A** 解析:肥皂膜上出现条纹是因为发生了薄膜干涉现象,即光线在肥皂膜前后表面的反射光发生干涉,形成明暗相间的同心圆环条纹, **C、D** 错误;在重力的作用下,肥皂液会逐渐下沉,导致上面的膜变薄,则同一光程差对应的条纹向下移动,即同一条纹对应的圆环半径变大, **A** 正确, **B** 错误.

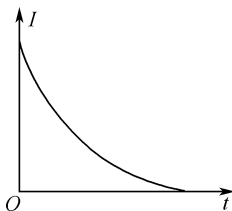
9. **C** 解析:汽车玻璃表面的反射光是偏振光(说明:自然光在玻璃、水面、木质桌面等表面反射时,反射光和折射光都是偏振光).在镜头前增加绿色滤光片,可使进入镜头的光线均为绿光,与题意不符, **A** 错误.在照相机镜头前加装增透膜或增反膜时,特定波长的光在薄膜前后表面发生反射并产生干涉,使反射光相互抵消或增强,从而达到增强或减弱特定波长透射光的效果,与题意不符, **B、D** 错误.在照相机镜头前装一片偏振滤光片,转动滤光片,让它的透振方向与玻璃表面反射光的偏振方向垂直,使反射光无法通过偏振片,从而减弱反射光而使玻璃后的景象清晰,所以照相机镜头前加的是偏振片, **C** 正确.

10. **B** 解析:刷卡机向身份证发射高频电磁波,当身份证放在刷卡机上时,身份证内部的线圈处于刷卡机产生的交变磁场中(说明:电磁波是由变化的电场和变化的磁场组成),穿过线圈的磁通量不断变化,根据法拉第电磁感应定律可知即使身份证不动也会产生感应电流, **B** 正确, **A** 错误;身份证中产生的感应电流的大小与穿过身份证线圈的磁通量变化率有关,与身份证靠近或远离刷卡机的速度无关或影响几乎忽略不计, **C、D** 错误.

11. **A** 解析:设小球沿线框运动的速度大小为 v ,当小球运动至拐点时,动量 $p = mv$,经过拐点后,速度方向变化,如图所示,可知速度变化量的大小为 $\Delta v = \sqrt{2} v$,由动量定理可知 $I = m \Delta v = \sqrt{2} p$,根据几何关系可知 $\frac{ab}{gb} = \sqrt{2}$,故 $\frac{I}{p} = \frac{ab}{gb}$, **A** 正确.



12. (1) 1 000(3 分) (2) C(3 分) (3) ②①③(3 分) (4) 如图所示(3 分) (5) 见解析(3 分)



解析: (1) 由题图甲电容器上的标注可知, 电容器电容为 $1\,000\,\mu\text{F}$.

(2) 电容器的电容大小由电容器本身决定(说明: 极板正对面积、极板间距、极板间距离等), 与是否处于充放电状态无关, **C 正确**.

(3) 用手机记录电容器充满电后的放电过程, 应先打开手机拍摄, 然后将开关 S 接 a 使电容器充电, 电容器充满电时, A_1 表示数为 0, 随后将 S 接 b 使电容器放电, 当 A_2 表示数为 0 时, 放电完毕, 最后关闭手机, 故实验步骤顺序为②①③.

(4) 电容器放电瞬间, 极板间电压最高, 由 $I = \frac{U}{R}$ 可知, 放电电流最大. 放电过程中, 极板正负电荷不断中和, 电荷量不断减少, 极板间电势差逐渐降低, 放电电流随之同步减小. 随着电荷量的减少, 电势差下降速率逐渐放缓, 放电电流的减小速率也随之变慢, 直至电荷完全中和, 电流为零.

(5) 电磁式电流表中有铝框, 上面绕有线圈, 当通有电流的线圈在磁场力作用下旋转时, 铝框一起转动并切割磁感线而在铝框内产生感应电流, 感应电流的安培力产生电磁阻尼, 阻碍指针摆动, 使指针快速稳定, 便于读数.

13. (1) 根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$, (1 分)

由于气体做等温变化, 即 $\Delta U = 0$, (1 分)

则 $Q = -W$, 即气体对外放出的热量为 W . (1 分)

(2) 气体从 a 状态到 b 状态发生等温变化, 根据玻意耳定律有

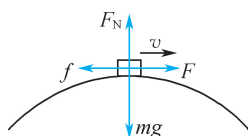
$$p_0 V_0 = pV, \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得气体压强 } p = \frac{V_0}{V} p_0. \quad (1 \text{ 分})$$

14. (1) 汽车在最高点的向心加速度大小 $a = \frac{v^2}{R}$, (2 分)

$$\text{解得 } a = 5 \text{ m/s}^2. \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 汽车在最高点受力分析如图所示,



$$\text{竖直方向, 有 } F_{\text{合}y} = mg - F_N = m \frac{v^2}{R} = 1 \times 10^4 \text{ N}, \quad (2 \text{ 分})$$

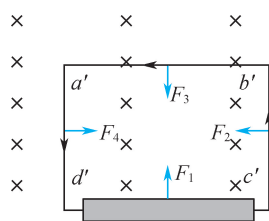
$$\text{水平方向上, 有 } F_{\text{合}x} = F - f = 1 \times 10^3 \text{ N}, \quad (2 \text{ 分})$$

则汽车在最高点受到的合力大小为

$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_{\text{合}x}^2 + F_{\text{合}y}^2} = 1\,000 \sqrt{101} \text{ N}. \quad (1 \text{ 分})$$

15. (1) 设 $a'd' = b'c' = L'$, $a'b'c'd'$ 所受的安培力如图所示, 各边所受安培力大小分别为 $F_1 = kBIL$, $F_3 = BIL$, $F_2 = F_4 = BIL'$.

(1 分)



$$\text{根据平衡条件, 有 } F_1 - F_3 = mg, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } I = \frac{mg}{(k-1)BL}, \quad (1 \text{ 分})$$

根据左手定则可知电流方向为逆时针. (1 分)

(2) 根据法拉第电磁感应定律, ab 边切割磁感线产生的感应电动势大小为 $E = BLv_1$. (2 分)

(3) 线框匀速运动时, 线框受到的阻力 $f = F_{\text{安}}$.

仅将电流反向, 则动力线框减速过程中受到的合力大小为

$$F_{\text{合}} = F_{\text{安}} + f = 2F_{\text{安}}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据动能定理, 有 } -2F_{\text{安}} \cdot s = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } F_{\text{安}} = \frac{mv_0^2}{4s}. \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{因为 } F_{\text{安}} = (k-1)BIL, \quad (1 \text{ 分})$$

$$cd \text{ 边所受安培力的平均功率为 } P = F_1 \bar{v} = kBIL \cdot \frac{v_0}{2}, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } P = \frac{kmv_0^3}{8s(k-1)}. \quad (1 \text{ 分})$$

15. (1) 小球 D 与 A 发生对心弹性碰撞, 根据动量守恒定理和机械能守恒定理, 有

$$Mv_0 = Mv_D + mv_A, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = \frac{1}{2}Mv_D^2 + \frac{1}{2}mv_A^2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_D = \frac{M-m}{M+m}v_0, v_A = \frac{2M}{M+m}v_0. \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 小球 D 与 A 发生对心弹性碰撞后, 小球 D 做匀速运动, 当 A、B、C 第一次共速时弹簧的伸长量最大, 有

$$mv_A = \left(m + \frac{3}{5}m + \frac{3}{5}m\right)v_{\text{共}}, \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } v_{\text{共}} = \frac{5}{11}v_A,$$

两弹簧的最大弹性势能为

$$2E_{\text{pm}} = \frac{1}{2}m(v_A)^2 - \frac{1}{2}\left(m + \frac{3}{5}m + \frac{3}{5}m\right)v_{\text{共}}^2, \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{则每根弹簧的最大弹性势能 } E_p = \frac{6mM^2v_0^2}{11(M+m)^2}. \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 设弹簧第一次恢复原长过程中的任一时刻, A 的速度为 v'_1 , B、C 的速度为 v'_2 , A、B、C 系统水平方向动量守恒, 有

$$mv_A = mv'_1 + \left(\frac{3}{5}m + \frac{3}{5}m\right)v'_2, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\sum mv_A \cdot \Delta t = \sum mv'_1 \cdot \Delta t + \sum \left(\frac{3}{5}m + \frac{3}{5}m\right)v'_2 \cdot \Delta t,$$

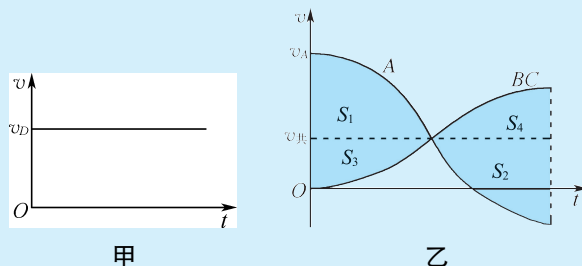
$$\text{弹簧第一次恢复原长时, 则位移 } x_A = x_{BC} = x_0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{即 } mv_A \cdot t = mx_0 + \frac{6}{5}mx_0, \quad (1 \text{ 分})$$

$$D \text{ 与 A 恰好再次发生碰撞, 则有 } x_D = x_0 = v_D \cdot t, \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立得 } \frac{m}{M} = \frac{1}{11}. \quad (1 \text{ 分})$$

一题多解 D 与 A 第一次碰撞后, 运动图像如图甲、乙所示.



弹簧第一次恢复原长时, A、BC 的位移相同, 故

$$S_1 = S_2, S_3 = S_4.$$

此时, D、A 恰好再次发生碰撞, 则 $v_D = v_{\text{共}}$,

$$\text{即 } \frac{M-m}{M+m}v_0 = \frac{10M}{11(M+m)}v_0,$$

$$\text{解得 } \frac{m}{M} = \frac{1}{11}.$$

方法进阶 质点系动量守恒定律及其推论

在一个直角坐标系内,如果有 n 个质点,质量分别为 $m_1, m_2, \dots, m_n$, x 轴方向的坐标分别为 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 把这 n 个质点看成整体, 则有 $m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n = \sum m \cdot x_c$, 其中 x_c 为 n 个质点组成的质点系的质心位置, 把式中的 x 对时间求变化率, 则 $m_1 \cdot \frac{x_1}{\Delta t} + m_2 \cdot \frac{x_2}{\Delta t} + \dots + m_n \cdot \frac{x_n}{\Delta t} = \sum m \cdot \frac{x_c}{\Delta t}$, 即 $m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot v_{2x} + \dots + m_n \cdot v_{nx} = \sum m \cdot v_{cx}$. 等号左边是质点系沿 x 轴方向的总动量, 等号右边为系统的质心沿 x 轴方向的动量.

当系统所受的合外力为零, 即系统的动量守恒时, 质心的动量不变, 即质心的速度保持不变. 若开始状态的质心动量为零, 则质心的位置保持不变. 若系统只在某一方向不受外力, 那么质心在这一方向的运动状态将保持不变. 质点系动量守恒是指质点系总动量不随时间改变, 但质点系中每个质点的动量仍然可以改变.

根据上述分析, 本题还有如下解法.

(质心法) 小球 D 与 A 发生对心弹性碰撞后, 小球 D 匀速运动, A 、

B 、 C 的质心向右匀速运动, 则 $v_{\text{质心}} = \frac{mv_A}{m + \frac{3m}{5} \times 2} = \frac{10M}{11(M+m)}v_0$,

弹簧恢复原长时小球 D 与 A 再次“相遇”需满足 $v_D = v_{\text{质心}}$,

则 $\frac{M-m}{M+m}v_0 = \frac{10M}{11(M+m)}v_0$,

解得 $\frac{m}{M} = \frac{1}{11}$.