



2023 届·普通高中名校联考信息卷(月考三)·物理

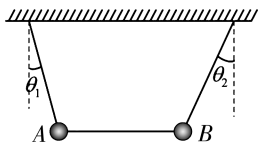
参考答案

1. B 【解析】全红婵从起跳到全身入水过程中,除了重力做功外,还有空气阻力做功,入水后,还有水的阻力做功,机械能不守恒,A、C 错误;下落过程中重力是做正功的,B 正确;手入水后,刚开始水的阻力小于重力,她还是加速下落,动能增加,直到阻力大小等于重力时,速度达到最大,之后,阻力大于重力,做减速运动,动能减小,D 错误. 故选 B.
2. D 【解析】水平右移过程时间长、位移小,运动缓慢,可认为摩擦力为零,摩擦力不做功,A 错误;竖直抬升过程可认为支持力等于重力,则支持力做功等于克服重力做功,B 错误;竖直抬升过程移动板对 1 号车做功 $W = Fh = mgh = 2000 \times 10 \times 2 \text{ J} = 4.0 \times 10^4 \text{ J}$,C 错误;整个过程移动板对车做功功率为 $P = \frac{W}{t} = \frac{4.0 \times 10^4}{25} \text{ W} = 1.6 \times 10^3 \text{ W}$,D 正确. 故选 D.
3. B 【解析】若圆弧槽不固定,小球和槽组成的系统水平方向动量守恒,但竖直方向上,受力不平衡,动量不守恒,故 A 错误;若圆弧槽不固定,对小球和槽组成的系统,根据机械能守恒定律和动量守恒定律,有 $mgR = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2} \cdot 2mv_2'^2$, $mv_1' = 2mv_2'$,解得小球滑到 B 点时的速度 $v_1' = \frac{2\sqrt{3gR}}{3}$,若圆弧槽固定,对小球,根据机械能守恒定律得 $mgR = \frac{1}{2}mv_1''^2$,解得小球滑到 B 点时的速度 $v_1'' = \sqrt{2gR}$,所以圆弧槽固定和不固定情形下,小球滑到 B 点时的速度之比为 $\frac{v_1''}{v_1'} = \frac{\sqrt{2gR}}{\frac{2\sqrt{3gR}}{3}} = \frac{\sqrt{6}}{2}$,故 B 正确;若圆弧槽不固定,对小球和槽组成的系统,根据动量守恒定律有 $mv_1 = 2mv_2$,则 $mx_1 = 2mx_2$,又因为 $x_1 + x_2 = R$,解得,小球水平方向移动的位移 $x_1 = \frac{2}{3}R$,故 C 错误;若圆弧槽固定,小球滑到 B 点时 $F_N - mg = m\frac{v_1''^2}{R}$, $F_N = 3mg$,此时圆弧槽对地面的压力最大,为 $F_N' = F_N + 2mg = 5mg$,故 D 错误. 故选 B.
4. D 【解析】物体在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内受到力 F 的方向一直向右,因此物体在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 一直做加速运动,在 2 s 后力 F 的方向发生了变化,因此物体在 2 s 后继续向右做减速运动,故 A 错误; 2 s 末力 F 的方向发生了变化,由牛顿第二定律可知加速度也发生了变化,故 B 错误;由图可知物体在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内加速运动,一直向前运动, $2 \sim 4 \text{ s}$ 内做减速运动,一直向前运动, 4 s 时物体减速为 0,即 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内物体一直向前运动,故 C 错误; $F-t$ 的面积表示力 F 的冲量,因此可知力 F 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内的冲量 I_1 大小和 $2 \sim 4 \text{ s}$ 内的冲量 I_2 大小相等,方向相反,对物体在 $0 \sim 4 \text{ s}$ 由动量定理有 $mv_4 - 0 = I_1 - I_2$,可知 $v_4 = 0$,故 D 正确. 故选 D.
5. C 【解析】以 A、B 组成的系统为研究对象,以 A 球的初速度方向为正方向,若碰撞后,A 球的速度仍然向右,则 A 球的速度大于 B 球的速度,显然不合理,故碰后小球 A 的速度方向变为向左,由动量守恒定律得 $m_A v_0 = m_A(-\frac{v_0}{2}) + m_B(\frac{v_0}{3})$,解得 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{2}{9}$,故选 C.
6. B 【解析】由 $F = kx$ 可知,弹簧的伸长量取决于弹簧的弹力 T 的大小,原来对整体由牛顿

第二定律得 $F - \mu m_{AG} - \mu m_{BG} = (m_A + m_B)a$, 对 B 由牛顿第二定律可得 $T - \mu m_{BG} = m_B a$, 可得 $T = \frac{m_B}{m_A + m_B} F$, 增大水平拉力 F , T 增大, 弹簧伸长量变长, 故 A 错误; 在长木板上垫上光滑的油纸, 改变物块与木板间的动摩擦因数, 不改变弹簧弹力, 弹簧伸长量不变, 故 B 正确; 将 A、B 的位置互换, 则对 A 由牛顿第二定律得 $T' - \mu m_{AG} = m_A a$, 解得 $T' = \frac{m_A}{m_A + m_B} F > T$, 弹簧伸长量变长, 故 C 错误; 悬线下增挂一定质量 m 的钩码, 则整体由牛顿第二定律得 $F - \mu m_{AG} - \mu m_{BG} - mg = (m_A + m_B + m)a_1$, 对 A 由牛顿第二定律得 $F - \mu m_{AG} - T_1 = m_A a_1$, 解得 $T_1 = F - \mu m_{AG} - m_A a_1$, 原来对 A 由牛顿第二定律得 $F - \mu m_{AG} - T = m_A a$, 解得 $T = F - \mu m_{AG} - m_A a$, 由于 $a_1 < a$, 则 $T_1 > T$, 弹簧伸长量变长, 故 D 错误. 故选 B.

7. D 【解析】同一颗卫星运动到四条轨道曲线的同一点 P , 万有引力相同, 质量相同, 根据牛顿第二定律, 加速度相等, 选项 A 错误; 从低轨道的 P 点进入高轨道的 P 点需要加速, 即卫星在四条轨道的 P 点运行的速度大小不相等, 选项 B 错误; 对圆轨道由 $\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$, $\frac{GMm}{R^2} = mg$, 可得 $E_k = \frac{1}{2} m_0 v^2 = \frac{1}{2} m_0 g R$, $E_p = -\frac{GMm_0}{R} = -m_0 g R$, 则卫星的机械能为 $E = E_k + E_p = -\frac{1}{2} m_0 g R$, 选项 C 错误, D 正确. 故选 D.

8. A 【解析】设平衡时连接小球的细绳与竖直方向的夹角为 θ , 小球距天花板的高度为 h , 如图, 连接小球 A、B 之间的细绳中的张力为 T , 有 $E_k = mg(\frac{h}{\cos \theta} - h)$, $mg \tan \theta = T$, 解得 $E_k = Th(\frac{1}{\sin \theta} - \frac{1}{\tan \theta})$, 变形的 $E_k = \frac{Th(1 - \cos \theta)}{\sin \theta} = \frac{Th \sin \theta}{1 + \cos \theta}$, 显然 E_k 在 $(0 \sim \frac{\pi}{2})$ 为增函数, 图中 $\theta_1 < \theta_2$, 故 $E_{kA} < E_{kB}$, 故选 A.



9. BC 【解析】设物体 B 下降加速度大小为 a , 则物体 A 上升加速度大小为 $\frac{a}{2}$, 轻绳的拉力大小为 T , 由牛顿第二定律, 对物体 B 有 $mg - T = ma$, 对物体 A 有 $2T - mg = \frac{ma}{2}$, 解得 $T = 0.6mg$, 故 B 正确; 以 A、B 两物体构成的系统为研究对象进行受力分析, 该系统受到竖直向下的重力和竖直向上的绳子的拉力, 通过 A 选项的分析可知该系统受到的重力大于绳子的拉力, 故该系统所受合外力不为零, 系统动量不守恒, 故 A 错误; 物体 B 下降高度 h 过程中, 绳子对 B 物体做负功, 即 $W_{\text{绳}B} = -Th$, 绳子对 A 物体做正功, 即 $W_{\text{绳}A} = 2T \times \frac{h}{2} = Th$, 故绳子对 A、B 两物体构成的系统做功为零, 因此该系统机械能守恒. 根据机械能守恒定律可知, 物体 B 重力势能的减少量等于物体 A 重力势能增加量与 A、B 两物体动能增加量之和, 因此物体 B 重力势能的减少量一定大于物体 A 重力势能的增加量, 故 C 正确; 物体 B 下降高度 h 时, 设物体 B 速度大小为 v , 物体 A 的速度为 $\frac{v}{2}$, 则有 $mgh = mg \frac{h}{2} + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} m(\frac{v}{2})^2$, 解得 $v = \frac{2\sqrt{5gh}}{5}$, 故物体 B 动量变化量为 $\Delta p = mv - 0 = \frac{2m\sqrt{5gh}}{5}$, 故 D 错误. 故选 BC.

10. AD 【解析】由功能关系得 $E_p = \frac{1}{2} mv_B^2$, 解得 $v_B = 6 \text{ m/s}$, 故 A 正确; 假设物块到 C 之前与木板共速, 由动量守恒定律得 $mv_B = (m + M)v$, 解得 $v = 3 \text{ m/s}$, 对木板, 由动能定理得

$\mu_1 mgx_2 = \frac{1}{2}Mv^2$, 解得 $x_2 = 4.5 \text{ m} > L_0 - L_1 = 2 \text{ m}$, 假设不成立, 则木板、物块没有共速. 物块从 B 到 C, 由动能定理得 $-\mu_1 mgL_0 = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_C = 4 \text{ m/s}$, 此时木板与右边刚好发生撞击, 故 B 错误; 物块与木板因摩擦产生的热量是 $Q = \mu_1 mgL_1 = 8 \text{ J}$, 故 C 错误; C 之后, 由动能定理得 $-\mu_2 mgx = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$, 解得 $x = 4 \text{ m}$, 故 D 正确. 故选 AD.

11. ACD 【解析】根据功能关系, 从开始运动到第一次被反弹到最大高度, 克服空气阻力做功等于机械能的减少量, 即 $W_f = mg(5.8 \text{ m} - 3 \text{ m}) = 1680 \text{ J}$, 故 A 正确; 演员受到空气阻力的大小为 $f = \frac{1}{3}mg = 200 \text{ N}$, 设演员的重心到脚底的距离为 l , 则从开始运动到运动员脚与薄板第一次接触的过程中, 重心下降的距离为 $h_1 = 5.8 \text{ m} - l$, 从弹簧第一次恢复原长到演员第一次被反弹到最大高度的过程中, 重心上升的距离为 $h_2 = 3 \text{ m} - l$, 令 x_m 表示运动过程中弹簧的最大压缩量, 则 $W_f = f(h_1 + h_2 + 2x_m)$, 解得 $l = 1 \text{ m}$, 整个运动过程弹簧的最大弹性势能为 $E_{pm} = (mg - f)(h_1 + x_m) = 2240 \text{ J}$, 故 B 错误, C 正确; 根据题给表达式可得弹簧的劲度系数为 $k = \frac{2E_{pm}}{x_m^2} = 7000 \text{ N/m}$, 人最终静止在板上时, 弹簧的压缩量为 $x = \frac{mg}{k} = \frac{3}{35} \text{ m}$, 此时弹簧的弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{180}{7} \text{ J}$, 根据功能关系, 从开始运动到最终停下来, 克服空气阻力做的总功为 $W_f = mg(h_1 + x) - E_p = \frac{20340}{7} \text{ J}$, 故 D 正确. 故选 ACD.

12. BD 【解析】设小球的质量为 m , 初速度为 v_0 , 在水平方向上由动量守恒定律得 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$, $v_2 = \frac{mv_0}{M} - \frac{m}{M}v_1$, 结合图乙可得 $\frac{b}{a} = \frac{m}{M}$, $a = v_0$, 则小球的质量 $m = \frac{b}{a}M$, 故 A 错误; 小球运动到最高点时, 竖直方向速度为零, 在水平方向上与滑块具有相同的速度 $v_{共}$, 在水平方向上由动量守恒定律得 $mv_0 = (m + M)v_{共}$, 解得 $v_{共} = \frac{mv_0}{m + M}$, 由 A 项化简得 $v_{共} = \frac{ab}{a + b}$, 故 B 正确; 小球从开始运动到最高点的过程中, 由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m + M)v_{共}^2 + mgh$, 解得 $h = \frac{Mv_0^2}{2(m + M)g}$, 由 A 项化简得 $h = \frac{a^3}{2(a + b)g}$, 故 C 错误; 小球从开始运动到回到最低点的过程中, 若规定向右为正方向, 在水平方向上由动量守恒定律得 $mv_0 = mv_1 + Mv_2$, 由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2$, 联立两式解得 $v_1 = \frac{m - M}{m + M}v_0$, $v_2 = \frac{2m}{m + M}v_0$, 离开圆弧面以后小球做平抛运动, 滑块向右做匀速直线运动, 当小球落地时, 两者之间的水平距离为 $x = v_2t - v_1t$, 且 $c = \frac{1}{2}gt^2$, 联立得 $x = a\sqrt{\frac{2c}{g}}$, 故 D 正确. 故选 BD.

13. (1) B (2) $\frac{b}{g} \sqrt{\frac{1}{a}}$

【解析】(1) 根据题意可知, 小球的挡光时间较短, 可用平均速度代替瞬时速度, 小球经过最低点的速度大小为 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$, 小球经过最高点的速度大小为 $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$, 假如小球从最低点到最高点机械能守恒, 则有 $\frac{1}{2}m(\frac{d}{\Delta t_1})^2 = \frac{1}{2}m(\frac{d}{\Delta t_2})^2 + mg \cdot 2l$, 可知, 还需测量细绳的长度 l .

故选 B.

(2) 根据题意, 设小球做圆周运动的半径为 R , 由牛顿第二定律有 $F + mg = m \frac{v^2}{R}$, 又有 $v = \frac{d}{\Delta t_2}$, 整理得 $F = \frac{md^2}{R} \cdot \frac{1}{(\Delta t_2)^2} - mg$, 结合 $F - \frac{1}{(\Delta t_2)^2}$ 图像可得 $mg = b$, 解得 $m = \frac{b}{g}$, 根据题意可知, 当 $F = 0$ 时, Δt_2 最大, 则有 $\frac{1}{(\Delta t_{2m})^2} = a$, 解得 $\Delta t_{2m} = \sqrt{\frac{1}{a}}$.

14. (1) 13.45 (2) 升高 (3) $>$ $\frac{d}{\Delta t_2}$ (4) 无影响 (5) D

【解析】(1) 20 分度游标卡尺的精确值为 0.05 mm, 图乙中读数为 13 mm + 9×0.05 mm = 13.45 mm.

(2) 根据“发现滑块通过光电门 1 的时间大于通过光电门 2 的时间”可知滑块通过光电门 1 的速度小于通过光电门 2 的速度, 滑块做加速运动, 所以 1 的位置较高, 因此可调节 Q 使轨道右端升高.

(3) 因为 B 碰撞后被弹回, 根据碰撞的基本规律, B 滑块较轻, 有 $m_A > m_B$, 滑块碰后的速度为通过光电门的速度, 即 $v = \frac{d}{\Delta t_2}$.

(4) 设 B 碰前速度大小为 v_0 , 碰后速度大小为 v_B , A 碰后速度大小为 v_A , 取水平向左为正方向, 为验证动量守恒, 只需证明下面等式成立即可 $m_B v_0 = m_A v_A - m_B v_B$, 同时有 $v_0 = \frac{d}{\Delta t_1}$,

$v_B = \frac{d}{\Delta t_2}$, $v_A = \frac{d}{\Delta t_3}$, 代入, 有 $m_B \frac{d}{\Delta t_1} = m_A \frac{d}{\Delta t_3} - m_B \frac{d}{\Delta t_2}$, 该等式两边 d 可消去, 所以实验中遮光条宽度的测量值有误差对验证碰撞过程动量守恒无影响.

(5) 若机械能守恒, 结合动量守恒有 $\frac{1}{2} m_B v_0^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2$, $m_B v_0 = m_A v_A - m_B v_B$, 解得

$v_B = \frac{m_A - m_B}{m_B + m_A} v_0$, $v_A = \frac{2m_B}{m_B + m_A} v_0$, 可得 $v_A + v_B = v_0$, 可得 $\frac{d}{\Delta t_2} + \frac{d}{\Delta t_3} = \frac{d}{\Delta t_1}$, 可得 $\frac{1}{\Delta t_2} + \frac{1}{\Delta t_3} = \frac{1}{\Delta t_1}$, 即 $\frac{1}{\Delta t_1} - \frac{1}{\Delta t_2} = \frac{1}{\Delta t_3}$, 故选 D.

15. (1) 15 N (2) 60 kg

【解析】(1) 机器人在水平地面 AB 段做匀速直线运动, 根据物体的平衡条件有 $F = f$

又 $P = F v_1$ (1 分)

解得 $f = 15$ N (1 分)

(2) 根据题图乙可知, 机器人在 $t = 14$ s 时刻处于平衡状态, 根据物体的平衡条件有 $F' = f'$

$P = F' v_2$ (1 分)

解得 $f' = 30$ N (1 分)

根据动能定理有

$P \Delta t - f' s = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$ (1 分)

其中 $\Delta t = 8$ s (1 分)

解得 $m = 60$ kg (1 分)

16. (1) $v_1 = 4$ m/s, $a = 5$ m/s² (2) $\Delta E_k = 7.5 \times 10^{-3}$ J, 不能胜出

【解析】(1) 设碰撞前瞬间弹珠 A 的速度为 v_1 , 由运动学公式得

$x_1 = v_0 t_1 - \frac{1}{2} a t_1^2$ (1 分)

$v_1 = v_0 - a t_1$ (1 分)

联立解得 $v_1=4\text{ m/s}$, $a=5\text{ m/s}^2$ (1 分)

(2) 设碰后瞬间弹珠 B 的速度为 v_2' , 由动量守恒定律得

$$mv_1+0=mv_1'+mv_2' \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_2'=3\text{ m/s} \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

所以两弹珠碰撞瞬间的机械能损失

$$\Delta E_k=\frac{1}{2}mv_1^2-(\frac{1}{2}mv_1'^2+\frac{1}{2}mv_2'^2) \quad \dots\dots\dots (2\text{ 分})$$

$$\text{解得 } \Delta E_k=7.5\times 10^{-3}\text{ J} \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{碰后弹珠 } B \text{ 运动的距离为 } \Delta x'=\frac{v_2'^2}{2a}=0.9\text{ m}<1\text{ m} \quad \dots\dots\dots (2\text{ 分})$$

所以弹珠 B 没有进坑, 故不能胜出.

$$17. (1) t_1=\frac{2}{9}\text{ s}, t_2=\frac{2}{3}\text{ s} \quad (2) \frac{7}{6}\text{ J} \quad (3) \frac{2}{9}\text{ m}$$

【解析】(1) 根据分析可知物块 1 减速至与木板速度相等后将不再滑动, 设物块 1、2 在木板上滑动时的加速度大小为 a_1 , 两物块同时在木板上滑动时木板的加速度大小为 a_2 , 只有物块 2 在木板上滑动时木板的加速度大小为 a_3 , 则有

$$\mu_1 mg=ma_1, 2\mu_1 mg-\mu_2(M+2m)g=Ma_2, \mu_1 mg-\mu_2(M+2m)g=(M+m)a_3 \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_1=2\text{ m/s}^2, a_2=2.5\text{ m/s}^2, a_3=0.25\text{ m/s}^2$$

$$\text{物块 1 与木板达到相等速度时有 } v_0-a_1t_1=a_2t_1$$

$$\text{物块 2 与木板达到相等速度时有 } 2v_0-a_1t_2=a_2t_1+a_3(t_2-t_1) \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } t_1=\frac{2}{9}\text{ s}, t_2=\frac{2}{3}\text{ s} \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

(2) 设物块 1 在木板上滑动时木板运动的位移大小为 x_1 , 则

$$x_1=\frac{1}{2}a_2t_1^2 \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

只有物块 2 在木板上滑动时木板运动的位移大小为 x_2 , 则

$$x_2=\frac{a_2t_1+2v_0-a_1t_2}{2}(t_2-t_1) \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

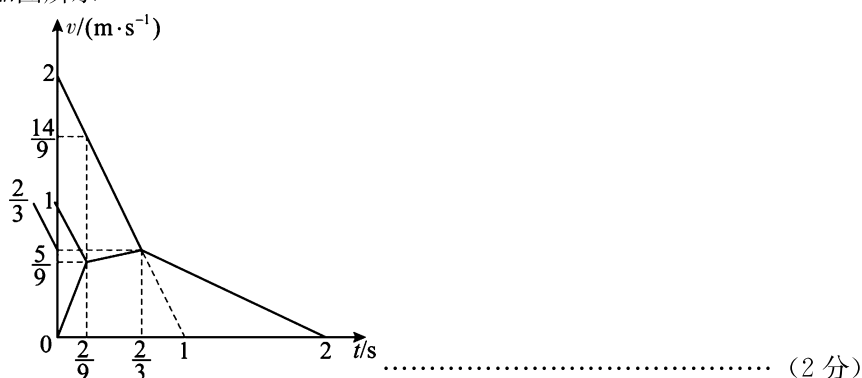
设三者保持相对静止时一起沿地面做匀减速直线运动的加速度大小为 a_4 、位移大小为 x_3 , 则有

$$\mu_2(M+2m)g=(M+2m)a_4, x_3=\frac{(2v_0-a_1t_2)^2}{2a_4} \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{木板与地面间因摩擦产生的热量为 } Q=\mu_2(M+2m)g(x_1+x_2+x_3) \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q=\frac{7}{6}\text{ J} \quad \dots\dots\dots (1\text{ 分})$$

(3) 作出 $v-t$ 图像如图所示



设物块 2 相对木板滑动的距离为 x , 则

$$x = \frac{(2 + \frac{14}{9} - \frac{5}{9}) \times \frac{2}{9}}{2} \text{ m} + \frac{(\frac{14}{9} - \frac{5}{9}) \times \frac{4}{9}}{2} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

物块 2 滑上木板时距木板左端的距离 $d = x_1 + x_2 + x_3 - x \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

$$\text{解得 } d = \frac{2}{9} \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$18. (1) 3L \quad (2) 2m \sqrt{7kgL} \quad (3) \frac{n(n-1)(2n-1)}{6} kmgL$$

【解析】(1) 1、2 号车与 3 号车碰撞后以 $v_3 = \sqrt{2kgL}$ 的初速度做匀减速直线运动, 假设不会与 4 号车相撞, 则有

$$v_3^2 = 2kg(s - 2L) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } s = 3L \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

说明 1、2、3 号车恰好没有与 4 号车相撞, 假设成立. $\dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

(2) 设 1 号车获得的初速度大小为 v_1 , 运动距离 L 后速度大小为 v_1' , 与 2 号车相互作用以后共同速度大小为 v_2 , 二者继续运动距离 L 以后速度大小变为 v_2' , 相互作用以后三者的最大速度 $v_3 = \sqrt{2kgL}$, 则 1、2 号车相撞过程有

$$-kmgL = \frac{1}{2}mv_1'^2 - \frac{1}{2}mv_1^2, mv_1' = 2mv_2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

1、2、3 号车相撞过程有

$$-k \times 2mgL = \frac{1}{2} \times 2mv_2'^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_2^2, 2mv_2' = 3mv_3 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{人对第一辆车的冲量大小 } I = mv_1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } I = 2m \sqrt{7kgL} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3) 设 1 号车获得的初动能为 E_{k1} , 1、2 号车作用前、后的总动能分别为 E_{k1}' 、 E_{k2} , 2、3 号车作用前、后的总动能分别为 E_{k2}' 、 E_{k3} , \dots , $n-2$ 、 $n-1$ 号车作用前、后的总动能分别为 $E_{k(n-2)'}$ 、 $E_{k(n-1)}$, 则有

$$E_{k1} - kmgL = E_{k1}', mv_1' = 2mv_2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } E_{k1}' = 2E_{k2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{由于 } E_{k2} - 2kmgL = E_{k2}', 2mv_2' = 3mv_3 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } E_{k2}' = \frac{3}{2}E_{k3}$$

$$\text{由于 } E_{k3} - 3kmgL = E_{k3}', 3mv_3' = 4mv_4 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } E_{k3}' = \frac{4}{3}E_{k4}$$

$$\text{由于 } E_{k(n-2)} - (n-2)kmgL = E_{k(n-2)}', (n-2)mv_{(n-2)}' = (n-1)mv_{(n-1)} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{可得 } E_{k(n-2)}' = \frac{n-1}{n-2}E_{k(n-1)}$$

$$\text{解得 } (n-1)E_{k(n-1)} = E_{k1} - [1 + 2^2 + 3^2 + \dots + (n-2)^2]kmgL \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{若 } n \text{ 辆车恰好能合为一体, 则 } E_{k(n-1)} = (n-1)kmgL \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{则 } E_{k1\min} = [1 + 2^2 + 3^2 + \dots + (n-1)^2]kmgL \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } E_{k1\min} = \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}kmgL \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$