

阶段检测卷(二)

1. C 必刷知识 ▶ 运动的合成与分解

【深度解析】水平方向的风力对竖直方向的运动没有影响,运动员下落时间与水平风力无关, **A 错误, C 正确**; 运动员着陆地时有水平分速度和竖直分速度, 合速度方向不是竖直向下的, **B 错误**; 水平风力越大, 运动员着地时水平方向上的分速度越大, 着地速度也越大, **D 错误**。

2. C 必刷知识 ▶ 功、功率、冲量和动量变化量的计算

【深度解析】小球运动过程中, 细绳的拉力方向始终与小球的速度方向垂直, 细绳拉力不做功, **A 错误**; 由 $I = F\Delta t$ 可知, 小球从 A 运动到 B 的过程中, 拉力的冲量不为零, **B 错误**; 小球在 A 处的速度为零, 所以重力的瞬时功率为零, 在 B 处的速度方向水平向右, 与重力垂直, 重力的瞬时功率也为零, 则小球从 A 运动到 B 的过程中重力的瞬时功率先增大后减小, **C 正确**; 小球动量变化量等于合力的冲量, 小球从 A 运动到 B 的过程中合力不为零, 故动量的变化量不为零, **D 错误**。

3. D 必刷题型 ▶ $x-t$ 图像+追及与相遇

【深度解析】本题通过位移—时间图像考查追及相遇问题。 $x-t$ 图线的斜率等于速度, 由题图可知最初的一段时间内, 甲、乙图线的斜率正负相同, 则运动方向相同, **A 错误**; $t = 3\text{ s}$ 时, 甲、乙图线的斜率相等, 则此时乙的速度为 6 m/s , 乙的加速度 $a = \frac{v}{t} = \frac{6}{3}\text{ m/s}^2 = 2\text{ m/s}^2$, 则此时乙的位置坐标为 $x = -x_0 + \frac{1}{2}at^2 = -20\text{ m} + \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2\text{ m} = -11\text{ m}$, **B 错误**; 乙经过原点时的速度大小为 $v' = \sqrt{2ax_0} = \sqrt{2 \times 2 \times 20}\text{ m/s} = 4\sqrt{5}\text{ m/s}$, **C 错误**; 两质点相遇时, 有 $vt' + 2x_0 = \frac{1}{2}at'^2$, 解得 $t' = 10\text{ s}$, **D 正确**。

4. A 必刷知识 ▶ 万有引力定律的应用

【深度解析】航天员随同飞船运动, 受地球万有引力作用, **B 错误**; 天和核心舱绕地球做圆周运动, 轨道半径 $r = R + \frac{1}{16}R = \frac{17}{16}R$, 由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 结合黄金代换式 $GM = gR^2$ 可得 $v = \sqrt{\frac{16gR}{17}}$, **C 错误**; 由 $G \frac{Mm}{r^2} = ma$, 解得 $a = \left(\frac{16}{17}\right)^2 g$, **A 正确**; 第一宇宙速度是神舟十五号载人飞船的最小发射速度, **D 错误**。

5. C 必刷题型 ▶ 波的传播+波形图

【深度解析】 $t = 0$ 时, $x = -2\text{ m}$ 处的质点与 $t = 0$ 时 $x = 2\text{ m}$ 处的质点的振动方向相同, 根据同侧法可知 $t = 0$ 时, $x = 2\text{ m}$ 处的质点的振动方向向下, **A 错误**; 该波的周期 $T = \frac{1}{f} = 0.1\text{ s}$, 波速 $v = \lambda f = 2 \times 10\text{ m/s} = 20\text{ m/s}$, 波从 $x = -2\text{ m}$ 处传到 $x = -6\text{ m}$ 处所需的时间为 $t_1 = \frac{4}{20}\text{ s} = 0.2\text{ s}$, 所以 $t = 0.175\text{ s}$ 时, 该波还未

传播到 $x = -6 \text{ m}$ 处, $x = -6 \text{ m}$ 处的质点处在平衡位置, **B、D** 错误; 波从 $x = 2 \text{ m}$ 处传播到 $x = 5 \text{ m}$ 处所需的时间 $t_2 = \frac{3}{20} \text{ s} = 0.15 \text{ s} = \frac{3}{2}T$, 所以 $t = 0.225 \text{ s} = \frac{9}{4}T$ 时, $x = 5 \text{ m}$ 处的质点已经振动了 $\frac{9}{4}T - \frac{3}{2}T = \frac{3}{4}T$, 由上述分析知该波起振方向向下, 则 $t = 0.225 \text{ s}$ 时, $x = 5 \text{ m}$ 处的质点处于波峰位置, **C** 正确。

6. B 必刷知识 ▶ 牛顿运动定律

【深度解析】由题图乙可知, 在 20 s 后汽车做匀速直线运动, 则由题图甲可知, 汽车所受阻力 $f = 1500 \text{ N}$, **A** 错误; 在 $0 \sim 6 \text{ s}$ 内, 设汽车所受牵引力为 F_1 , 加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律得 $F_1 - f = ma_1$, 解得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$, 第 6 s 末汽车的速度 $v_1 = a_1 t_1 = 5 \times 6 \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$, 在 $6 \sim 18 \text{ s}$ 内, 设汽车所受牵引力为 F_2 , 加速度为 a_2 , 由牛顿第二定律得 $F_2 - f = ma_2$, 解得 $a_2 = -\frac{1}{3} \text{ m/s}^2$, 第 18 s 末汽车的速度 $v_2 = v_1 + a_2 t_2 = 30 \text{ m/s} + \left(-\frac{1}{3}\right) \times 12 \text{ m/s} = 26 \text{ m/s}$, 由题图甲知 18 s 后汽车所受牵引力等于阻力, 即汽车做匀速直线运动, 所以 20 s 末汽车的速度为 $v_2 = 26 \text{ m/s}$, **B** 正确, **C** 错误; 汽车在 $0 \sim 6 \text{ s}$ 内的位移 $x_1 = \frac{v_1}{2} t_1 = 90 \text{ m}$, 汽车在 $6 \sim 18 \text{ s}$ 内的位移 $x_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} t_2 = 336 \text{ m}$, 汽车在 $18 \sim 20 \text{ s}$ 内的位移 $x_3 = v_2 t_3 = 52 \text{ m}$, 汽车在前 20 s 内的位移 $x = x_1 + x_2 + x_3 = 478 \text{ m}$, **D** 错误。

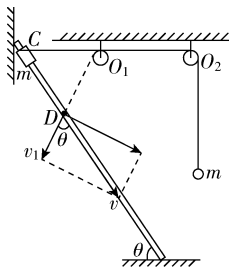
7. C 必刷模型 ▶ 竖直弹簧和碰撞模型

【深度解析】圆环与圆板碰撞过程时间极短, 内力远大于外力, 系统总动量守恒, 由于碰后圆环与圆板速度相同, 为完全非弹性碰撞, 机械能不守恒, 即总动能减小, 减小的机械能转化为内能, **A、B** 错误; 碰撞后平衡时, 有 $kx = (m + M)g$, 即碰撞后新平衡位置与下落高度 h 无关, **C** 正确; 碰撞后环与板共同下降的过程中, 它们的动能和重力势能的减少量之和等于弹簧弹性势能的增加量, **D** 错误。

8. C 必刷模型 ▶ 连接体模型

【深度解析】释放小物块后, 小球先向下运动, 则刚释放的瞬间, 小球的加速度方向向下, 其所受轻绳的拉力小于重力, **A** 错误; 当连接小物块的轻绳与直杆垂直时, 小球下降的距离最大, 根据几何关系可知 $\Delta h = L - L \sin 60^\circ = \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)L$, **B** 错误; 小物块到达 D 点时, 将小物块的速度 v 分解为沿轻绳方向和垂直轻绳方向, 如图所示, 沿轻绳方向的分速度大小等于小球的速度大小, 根据平行四边形定则知, 小物块在 D 处的速度大小与小球的速度大小之比为 $v : v_1 = 2 : 1$, **C** 正确; 小物块下滑距离为 L 时, 对小物块和小球组成的系统, 根据动能定理有 $mgL \sin 60^\circ = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $v = \frac{\sqrt{20\sqrt{3}gL}}{5}$, **D**

错误。



9. B 必刷模型 ▶ 传送带模型

【深度解析】煤块放在传送带上后受到沿传送带向下的滑动摩擦力作用,先向下做匀加速直线运动,设经过时间 t_1 ,煤块的速度与传送带相同,匀加速运动的加速度大小为 a_1 ,则根据牛顿第二定律有 $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma_1$,可得 $a_1 = g(\sin\theta + \mu\cos\theta) = 8\text{ m/s}^2$,由 $v_0 = a_1 t_1$ 得 $t_1 = 1\text{ s}$,此过程煤块通过的位移大小为 $x_1 = \frac{v_0}{2} t_1 = 4\text{ m} < L$;由于 $mg\sin\theta > \mu mg\cos\theta$,故煤块速度大小等于传送带速度大小后,继续向下做匀加速运动,此时受到的滑动摩擦力沿传送带向上,设煤块接着做匀加速运动的加速度大小为 a_2 ,运动的时间为 t_2 ,则有 $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_2$,可得 $a_2 = g(\sin\theta - \mu\cos\theta) = 4\text{ m/s}^2$,由 $L - x_1 = v_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,代入数据得 $t_2 = 1\text{ s}$,故煤块从 A 端到 B 端的运动时间是 $t = t_1 + t_2 = 2\text{ s}$,**A 错误**。煤块运动到 B 端时速度大小 $v = v_0 + a_2 t_2 = 12\text{ m/s}$,此时重力的瞬时功率为 $P = mgv\sin\theta = 144\text{ W}$,**B 正确**。由于两个过程煤块与传送带间的相对位移大小 $(v_0 t_1 - x_1) > (L - x_1) - v_0 t_2$,所以煤块从 A 端运动到 B 端在传送带上留下的痕迹长度为 $s = v_0 t_1 - x_1 = 4\text{ m}$,**C 错误**。煤块从 A 端运动到 B 端因摩擦产生的热量为 $Q = \mu mg\cos\theta [(v_0 t_1 - x_1) + (L - x_1) - v_0 t_2]$,代入数据解得 $Q = 24\text{ J}$,**D 错误**。

10. D 必刷题型 ▶ 圆周运动的临界问题

【深度解析】当 A 所受的摩擦力达到最大静摩擦力时,A、B 会相对于转盘滑动,对 A 有 $kmg - T = m\omega^2 L$,对 B 有 $T + kmg = m \cdot 2L\omega^2$,解得 $\omega = \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$,当 $\omega > \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 时,A、B 会相对于转盘滑动,**A 正确**;当 B 受到的摩擦力达到最大静摩擦力时,细绳中开始出现弹力,有 $kmg = m \cdot 2L\omega_1^2$,解得 $\omega_1 = \sqrt{\frac{kg}{2L}}$,当 $\omega > \sqrt{\frac{kg}{2L}}$ 时,细绳中有弹力,**B 正确**;当 ω 在 $0 < \omega < \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 范围内增大时,A 相对于转盘是静止的,A 所受摩擦力为静摩擦力,所以对 A 有 $f - T = m\omega^2 L$,对 B 有 $T + kmg = 2m\omega^2 L$,则 $f = 3m\omega^2 L - kmg$ 当 ω 增大时,静摩擦力也增大,**C 正确**;当 ω 在 $\sqrt{\frac{kg}{2L}} < \omega < \sqrt{\frac{2kg}{3L}}$ 范围内增大时,B 所受的摩擦力不变,一直为最大静摩擦力,**D 错误**。

关键点拨

解答本题的关键是清楚木块向心力的来源,开始时,角速度较小,两木块都靠静摩擦力提供向心力, B 先达到最大静摩擦力,角速度继续增大,则细绳中出现弹力, A 所受的静摩擦力增大, B 所受摩擦力不变,角速度继续增大直到 A 所受的静摩擦力增大到最大静摩擦力时,两木块相对转盘开始发生相对滑动。

11. (1)C (2)AB (3)B (4)①B ② $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$

必刷模型 ▶ 斜面上的平抛运动

【深度解析】(1)小球从 O 点处开始做平抛运动,则 $\tan \theta =$

$$\frac{\frac{1}{2}gt^2}{vt} = \frac{gt}{2v}, L \cos \theta = vt, \text{解得 } v = \sqrt{\frac{g \cos \theta}{2 \tan \theta}} L \propto \sqrt{L}, \text{小球落到同}$$

一斜面上,则只要测得 O 点与各落点间的距离 L 即可,故选 C。

(2)实验中必须测量落点到 O 点的距离,则需要刻度尺;需要用天平测量小球的质量,故选 A、B。

(3)斜槽轨道没必要必须光滑,入射小球只要每次到达斜槽轨道底端时的速度相同即可,即入射小球每次释放的初位置相同,A 错误;斜槽轨道末端必须水平,以保证小球做平抛运动,B 正确;为保证入射球碰后沿原方向运动,应满足入射球的质量 m_1 大于被碰球的质量 m_2 ,C 错误。

(4)①实验要验证的关系式是 $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$,由上述分析可知 $v \propto \sqrt{L}$,则满足关系式 $m_1 \cdot \sqrt{OP} = m_1 \cdot \sqrt{OM} + m_2 \cdot \sqrt{ON}$,可认为两球碰撞前后总动量守恒,故选 B;②若碰撞是弹性碰撞,还满足的表达式为 $\frac{1}{2}m_1 v_0^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$,因 $v \propto \sqrt{L}$,即 $v^2 \propto L$,则表达式为 $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$ 。

12. (1)A、B 连线中点 (2)4 处 1 处

必刷知识 ▶ 波的干涉

【深度解析】(1)波源发出的声波相位相反,到两波源距离差满足 $\Delta r = n\lambda (n=0,1,2,\dots)$ 的点则为振动减弱点,且在振动减弱点处两列声波振幅相同时才能完全听不到声音,因此只有 A、B 连线中点满足条件。

$$(2) \text{由 } v = \lambda f \text{ 可得, } \lambda = \frac{v}{f} = 10 \text{ m,}$$

声音极小的点到 B、C 两点的波程差应为波长整数倍,则 A、C 连线上的点(不计端点)到两波源的波程差 Δr 满足 $20 \text{ m} < \Delta r < 40 \text{ m}$,因此只有 1 个点符合题意,即 $\Delta r = 30 \text{ m}$,设 AB 连线中点为 D,

A、B 连线上 D、B 之间的点(不计端点)到两波源的波程差满足 $0 < \Delta r < 40 \text{ m}$,则有 3 个点符合题意,

即 $\Delta r = 10 \text{ m}$ 、 $\Delta r = 20 \text{ m}$ 、 $\Delta r = 30 \text{ m}$ 的点,

D 、 A 之间的点(不计端点)到两波源的波程差满足

$$0 < \Delta r < 20 \text{ m},$$

则有 1 个点符合题意,

即 $\Delta r = 10 \text{ m}$ 的点,

故 A 、 B 连线上共有 4 个点符合题意。

13. (1) 0.2 s (2) 0.6 m/s (3) -0.8 J

必刷知识 ▶ 牛顿运动定律及功能关系

【深度解析】(1) 设滑块从离开木板到落到地面所用时间为 t_0 , 以地面为参考系, 滑块离开木板后做自由落体运动, 根据

运动学公式可知 $h = \frac{1}{2}gt_0^2$, 解得 $t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.2 \text{ s}$ 。

(2) 以木板为研究对象, 刚开始向右做匀减速直线运动, 由

牛顿第二定律得 $F + \mu(M+m)g = Ma_1$,

解得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$,

则木板减速到零所经历的时间 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 0.4 \text{ s}$, 位移 $s_1 =$

$$\frac{v_0^2}{2a_1} = 0.4 \text{ m},$$

由于 $s_1 < L_1 = 0.46 \text{ m}$, 表明这时滑块仍然停留在木板上。

此后木板开始向左做匀加速直线运动, 摩擦力的方向改变,

由牛顿第二定律得 $F - \mu(M+m)g = Ma_2$,

解得 $a_2 = \frac{1}{3} \text{ m/s}^2$,

滑块离开木板时, 木板向左运动的位移

$$s_2 = s_1 + L_2 = 0.54 \text{ m},$$

根据运动学公式有 $s_2 = \frac{1}{2}a_2t_2^2$, 解得 $t_2 = 1.8 \text{ s}$,

滑块离开木板时, 木板的速度大小

$$v_2 = a_2t_2 = 0.6 \text{ m/s}。$$

(3) 滑块离开木板后, 木板所受地面的支持力及摩擦力随之

改变, 由牛顿第二定律得 $F - \mu Mg = Ma_3$, 解得 $a_3 = \frac{2}{3} \text{ m/s}^2$,

故木板在 t_0 这段时间内的位移 $s_3 = v_2t_0 + \frac{1}{2}a_3t_0^2$,

代入数据解得 $s_3 = \frac{2}{15} \text{ m}$,

从滑块离开木板到落到地面的过程中, 摩擦力对木板做的

功 $W_f = -\mu Mgs_3$,

代入数据解得 $W_f = -0.8 \text{ J}$ 。

14. (1) 2 m/s, 方向水平向左 4 m/s, 方向水平向右

(2) 164 N (3) 57.68 N

必刷模型 ▶ 竖直面内的轨道模型

【深度解析】(1) 小球甲从圆弧最高点滑到 B 处时,

有 $m_1gR_1 = \frac{1}{2}m_1v_0^2$,

解得 $v_0 = 6 \text{ m/s}$,

小球甲和乙碰撞过程满足动量守恒和能量守恒,设水平向右为正方向,则

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2,$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2,$$

解得 $v_1 = -2 \text{ m/s}$, $v_2 = 4 \text{ m/s}$,

即碰撞后甲的速度大小为 2 m/s ,方向水平向左,乙的速度大小为 4 m/s ,方向水平向右。

(2) 因 $v_2 = 4 \text{ m/s} > \sqrt{gR_2} = \sqrt{5} \text{ m/s}$,

可知小球乙从最高点沿圆轨道能滑到 C 点,有

$$\frac{1}{2} m_2 v_2^2 + 2m_2 g R_2 = \frac{1}{2} m_2 v_{2C}^2, N_{2C} - m_2 g = m_2 \frac{v_{2C}^2}{R_2},$$

解得 $N_{2C} = 164 \text{ N}$ 。

(3) 小球甲反弹沿 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道上滑到最高点后再次返回到

B 点时的速度大小为 $v'_1 = 2 \text{ m/s}$,

因为 $v'_1 = 2 \text{ m/s} < \sqrt{gR_2} = \sqrt{5} \text{ m/s}$,可知小球甲将从 B 点做平抛运动,设经过时间 t 小球甲与半圆弧轨道相撞,

$$\text{则 } x = v'_1 t, y = \frac{1}{2} g t^2,$$

由数学知识有 $y(2R_2 - y) = x^2$,

解得 $t = 0.2 \text{ s}$, $x = 0.4 \text{ m}$, $y = 0.2 \text{ m}$,

此时 $v_y = g t = 2 \text{ m/s} = v'_1$,

即此时速度方向与水平方向夹角为 45° ,

合速度为 $v = \sqrt{2} v'_1 = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$,

由几何关系可知小球甲与轨道的碰撞点与半圆弧轨道圆心的连线与水平方向夹角为 37° ,如图所示,

则小球甲与半圆弧轨道碰后沿切线方向的速度为

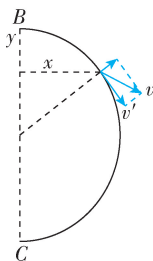
$$v' = v \cos(45^\circ - 37^\circ) \approx 2.8 \text{ m/s},$$

则从此位置到 C 点,由机械能守恒定律可得

$$\frac{1}{2} m_1 v'^2 + m_1 g (2R_2 - y) = \frac{1}{2} m_1 v_{1C}^2,$$

$$N_{1C} - m_1 g = m_1 \frac{v_{1C}^2}{R_2},$$

解得 $N_{1C} = 57.68 \text{ N}$ 。



关键点拨

解答本题的关键为判断小球速度是否大于等于圆周最高点的临界速度。小球的速度不小于圆周最高点的临界速度,小球将继续做圆周运动,若不满足小球将做平抛运动脱离轨道。