

答案与解析

绪论 揭开物理学的神秘面纱 (略)

第1章 运动的描述

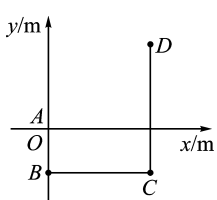
第1节 空间和时间

正文 P1

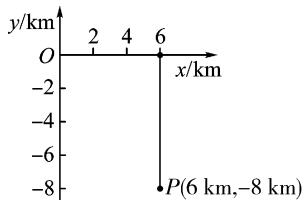
答案

- ① D ② CD ③ C ④ AD
⑤ CD ⑥ B

- ⑦ 如图所示,它们的坐标是: $A(0,0)$, $B(0,-50\text{ m})$, $C(100\text{ m}, -50\text{ m})$, $D(100\text{ m}, 100\text{ m})$ 。

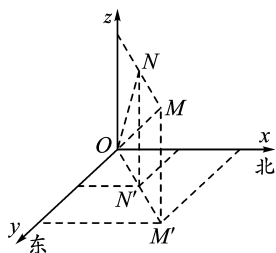


第7题图



第8题图

- ⑧ (1) 如图所示, P 点即为汽艇的位置。
(2) 由几何关系可知, 汽艇此过程中的位移的大小为:
 $s = \sqrt{x^2 + y^2} = 10\text{ km}$ 。
⑨ (1) 如图所示, 建立三维坐标。



第9题图

$t=0$ 时刻, 飞机的位置如图中 M 点所示, $OM=6\text{ km}$, M 点的垂足为 M' 。

由几何关系有: $OM' = \sqrt{OM^2 - h^2}$, 解得 $OM' = 3\sqrt{3}\text{ km}$, 根据直角三角形中的三角函数关系有:

$$x_1 = OM' \cos 30^\circ = \frac{9}{2}\text{ km}, \text{ 同理 } y_1 = \frac{3}{2}\sqrt{3}\text{ km},$$

因飞机飞行高度不变, $z_1 = 3\text{ km}$,

$$t=0 \text{ 时刻飞机坐标为 } M\left(\frac{9}{2}\text{ km}, \frac{3}{2}\sqrt{3}\text{ km}, 3\text{ km}\right)。$$

(2) $t=6\text{ s}$ 时, $ON=3\sqrt{2}\text{ km}$,

根据勾股定理有: $ON' = \sqrt{ON^2 - h^2} = 3\text{ km}$, 在 6 s 内飞机通过的路程为

$$s = OM' - ON' = 3(\sqrt{3} - 1)\text{ km},$$

根据 $v = \frac{s}{t}$ 知, 飞机的速度为 $v = 0.366\text{ km/s}$ 。

- ⑩ AB ⑪ BD ⑫ AB

- ⑬ (1) 九点时甲位于坐标原点 O , 此时乙离交叉路口还有半小时路程。

路程 $s = v\Delta t$, 其中 $\Delta t = 0.5\text{ h}$, 代入数值得 $s = 5\text{ km}$, 九点时, 乙的位置坐标为 $(0, 5\text{ km})$ 。

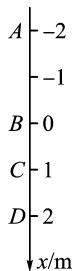
(2) 设经过时间 t 甲、乙相距最近, 由勾股定理有: $\Delta x = \sqrt{(s - vt)^2 + (vt)^2}$, 代入数据有 $\Delta x = 5\sqrt{8t^2 - 4t + 1}$, 知

当 $t = \frac{1}{4}\text{ h}$ 时, 甲、乙之间的距离最小, $\Delta x_{\min} = \frac{5\sqrt{2}}{2}\text{ km}$ 。

(3) 由(2)知在九点十五分时, 甲、乙之间的距离最近。

解析

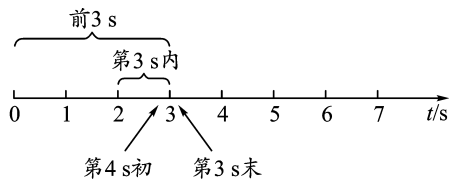
- ① 电流的磁效应属于电磁运动, A 错误; 热量从一个物体传递到另一个物体是分子热运动, B 错误; 镁带燃烧是热氧化反应, 属于化学运动, C 错误; 月亮绕地球旋转, 其位置不断变化, 属于机械运动。
- ② 选择作为参考系的物体可以是运动的, 也可以是静止的, A 错误; 运动是绝对的, 静止是相对的, 为了方便描述物体的运动, 选择作为参考系的物体总是被看作静止的, D 正确; 通常情况下选择不同的参考系, 对物体运动的描述可能是不一样的, 实际中应选择运动描述简单的物体, B 错误, C 正确。
- ③ 乘车人和车具有相同的速度, 保持相对静止, 而相对地面来说, 车在运动。故选项 C 正确。
- ④ 因为所有飞机运动情况一样, 所以以某飞机为参考系, 其他飞机是静止的, A 正确; 以飞行员为参考系, 广场上的观众是运动的, B 错误; 以广场上观众为参考系, 飞机是运动的, C 错误; 以某飞机为参考系, 其他飞机相对静止, 即为队列固定, D 正确。
- ⑤ 图甲中除两车外没有参考系, 无法判断轿车和卡车的运动情况, A、B 错误; 图乙中以树为参考系, 根据两车与树之间的距离变化可以判断两车相向而行, 且卡车通过的位移较大, 故 C、D 正确。
- ⑥ 根据题意建立如图所示的坐标系, A 点为抛出点, 坐标为 -2 m , B 点为坐标原点, D 点为落地点, 坐标为 2 m , C 点为接住点, 坐标为 1 m , 所以选项 B 正确。
- ⑩ 时间对应的是一个过程, 过程中有物理情景的发生, 而时刻对应的是一个位置, 物体定格于某一个形态。“18 时 59 分 57 秒”表示此时刻, 火箭刚好脱离发射架升空, A 正确; “117 分钟”表示卫星绕月球飞行一圈所花的时间, B 正确; “10 月 9 日”在题中意思是指在 10 月 9 日这一天的某一个时刻卫星进入近月轨道, C 错误; 同理 5 天表示一个时间段, D 错误。
- ⑪ “一瞬时”是指时间间隔很短的一段时间, 不是指时刻, A 错



第6题图

误;“12秒80”是指运动员跑完110 m栏所花的时间,B正确;“七点”指新闻联播在晚上七点这个时刻开始播报,C错误;晚上九点半是指时刻,D正确。

- 12 用时间轴研究时间关系是一种很好的方法,时刻对应时间轴上的一个点,而时间对应时间轴上的一段线段,如图所示,知A、B正确,C错误;倒数第2 s,时间间隔为1 s,D错误。



第12题图

第2节 质点和位移

→ 正文 P3

答案

- 1 D 2 CD 3 BCD 4 BD

- 5 (1) 在 $t_1 = 60$ s 内汽车通过的路程为 $s_1 = v_1 t_1$, 代入数值得 $s_1 = 600$ m。

所以汽车的位置为 $x(-600 \text{ m}, 0)$ 。

(2) 汽车的位移大小为 600 m, 方向向东。

(3) 汽车在前 60 s 内向正东方向通过的距离为 $s_1 = 600$ m。在 60 ~ 240 s 内汽车向正西方向通过的距离为 $s_2 = v_2 t_2 = 3\,600$ m, 前 240 s 内物体的位移大小为 $x_2 = s_2 - s_1 = 3\,000$ m, 方向向西。

- 6 (1) B (2) D (3) AC

- 7 B 8 B 9 C 10 D

- 11 BD 12 AD

- 13 (1) $t = 0$ 时刻, 甲位于沿选定的正方向距离坐标原点 20 m 的地点, 乙位于坐标原点。

(2) 在 25 s 内, 甲发生的位移大小为 $x_{\text{甲}} = 30 \text{ m} - 20 \text{ m} = 10 \text{ m}$, 方向为正方向, 乙发生的位移大小为 $x_{\text{乙}} = 30 \text{ m}$, 方向为正方向。

(3) 位移—时间图像的斜率表示物体运动的速度, 即 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 甲速度的大小 $v_{\text{甲}} = \frac{x_{\text{甲}}}{25 \text{ s}} = 0.4 \text{ m/s}$, 乙的速度大小

$$v_{\text{乙}} = \frac{x_{\text{乙}}}{15 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}, \text{速度方向都为正方向。}$$

- 14 A 点表示在 $t = 0$ 时刻开始运动, 质点开始运动的初始位置为 $x_1 = -4 \text{ m}$;

AB 段表示质点在第 1 s 内沿正方向匀速直线运动了 4 m, 速度大小为 $v_1 = \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$;

BC 段表示质点在第 2 s 内沿正方向匀速直线运动了 6 m, 速度大小为 $v_2 = \frac{6 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}$;

CD 段表示质点在第 3 s 内处于静止; DE 段表示质点在第 4 s 内沿负方向匀速直线运动了 4 m, 速度大小为 $v_3 = \frac{6 \text{ m} - 2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$ 。

解析

- 1 在研究乒乓球旋转情况时, 尽管乒乓球体积和质量很小, 但其不同位置的转动情形不同, 此时乒乓球不可视为质点, 故选项 A、B 错误; 一个物体能不能视为质点, 需要根据具体问题判定, C 错误; 在研究地球公转时地球可以视为质点, 研究地球的自转时, 地球不能视为质点, D 正确。

- 2 观测火车过桥的时间时, 要考虑火车的长度, 不能视为质点, A 错误; 乒乓球比赛中必须考虑其旋转, 乒乓球不能视为质点, B 错误; 铅球飞出时不需要考虑其旋转, 可视为质点, 卫星定位系统只确定货轮的空间位置, 不考虑其大小和形状等因素, 可视为质点, C、D 正确。

- 3 研究车轮结构时, 要了解车轮的直径、宽度等几何尺寸, 故车轮不能视为质点, A 错误; 研究拖拉机运动快慢时, 只是考虑其位置变化的快慢, 车和车轮都可以视为质点, B、C 正确; 题目中甲、乙两个人讨论的是拖拉机的结构, 两个人都不可能把车视为质点, 只是在讨论某些问题时, 有可能把拖拉机当作质点, D 正确。

- 4 矢量是指既有大小, 又有方向的物理量。只用大小就能描述的物理量叫作标量。不仅要用大小还要同时指明方向才能够描述的物理量叫作矢量。本题中只有力、位移是矢量, 故选 B、D。

- 6 (1) 位移有大小和方向, 其大小表示始、末两点间的直线距离, 方向规定为由起点指向终点, 其中位移的正、负号不表示大小, 而是表示方向。当两点间距离为零时位移最小, 知 $t = 120$ s 时, 汽车位移最小, 大小为零, 故 B 正确。

(2) $t = 300$ s 时汽车离出发点最远, 其位移最大, 其大小为 3 km, 故 D 正确。

(3) 0 ~ 60 s 内汽车的位移大小为 1 km, 方向与选定的正方向相同, 在以后任一分钟内汽车的位移大小与其大小相等, 方向相反, 故 A、C 正确, B、D 错误。

- 7 物体可能运动了一段时间后又回到出发点, 位移为零, 选项 A 错误; 物体不运动, 则路程一定为零, 反之物体在某一段时间内运动的路程为零, 则一定处于静止状态, 选项 B 正确; 物体只有做单向直线运动时, 其位移大小才等于路程, 选项 C、D 错误。

- 8 路程为运动轨迹的长度, 为 $7 \text{ m} + 5 \text{ m} = 12 \text{ m}$, 位移是初位置到末位置的有向线段, 为 $5 \text{ m} - 7 \text{ m} = -2 \text{ m}$, 故 B 正确。

- 9 小球通过的路程为小球实际运动轨迹的长度, 则小球的路程为 $s = 2L_{AB} = 2 \times \frac{1}{\sin 60^\circ} \text{ m} = \frac{4}{3}\sqrt{3} \text{ m}$; 位移是由初位置指向末位置的有向线段, 则小球的位移大小为 $x = L_{AC} = 2 \times \frac{1}{\tan 60^\circ} \text{ m} = \frac{2}{3}\sqrt{3} \text{ m}$, 选项 C 正确。

- 10 甲的位移大小为 100 m。因为学校标准跑道的总长是 400 m, 乙、丙位移均为零, A、B 错误; 丙的路程最大, D 正确, C 错误。

- 11 $x-t$ 图像所能表示出的位移只有两个方向, 即正方向与负方向, 所以 $x-t$ 图像所能表示的运动也只能是直线运动。 $x-t$ 图线的斜率反映的是物体运动的速度, 由图可知, 速度的方向、大小都在变化, 故 B、D 正确, A、C 错误。

- 12 质点 a 从 $s_0 = 6 \text{ m}$ 处, $t_0 = 0$ 时出发, 质点 b 从 $s_0 = 0$ 处, $t_0 =$

1 s 时出发, A 正确、B 错误; 0~3 s 内, $\Delta s_a = (0-6) \text{ m} = -6 \text{ m}$ 。
 $\Delta s_b = 6 \text{ m} - 0 = 6 \text{ m}$, C 错误; 由图知 a 、 b 的速度大小分别为
 $v_a = 3 \text{ m/s}$ 和 $v_b = 6 \text{ m/s}$, 设经过时间 t 两个质点相遇, 有:
 $v_a t + v_b(t-1 \text{ s}) = 6 \text{ m}$, 解得 $t = \frac{4}{3} \text{ s}$, 故 D 正确。

第3节 速度

课时1 平均速度

→ 正文 P5

答案

① C ② A ③ AC ④ C ⑤ A

⑥ (1) 全程的平均速度: $v = \frac{110}{12.88} \text{ m/s} = 8.54 \text{ m/s}$ 。

(2) 每段的位移和对应时间的比值能反映该段的平均速度, $v_1 = \frac{32}{4.50} \text{ m/s} = 7.11 \text{ m/s}$, $v_2 = \frac{45.75}{4.83} \text{ m/s} = 9.47 \text{ m/s}$,
 $v_3 = \frac{32.25}{3.55} \text{ m/s} = 9.08 \text{ m/s}$ 。

(3) 由以上数据可知, 全程不是始终保持一样的速度。

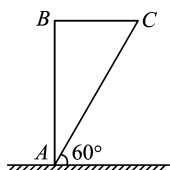
⑦ A ⑧ A ⑨ BC

⑩ (1) 质点在 0~4 s 内通过的路程 $s = |x_1 - x_0| + |x_2 - x_1| = 30 \text{ m}$, 质点在 0~4 s 内的平均速率为 $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{30}{4} \text{ m/s} = 7.5 \text{ m/s}$ 。

(2) 后 2 s 内质点通过的位移 $x' = x_2 - x_1 = -10 \text{ m}$ - $10 \text{ m} = -20 \text{ m}$, 平均速度 $\bar{v}_1 = \frac{-20}{2} \text{ m/s} = -10 \text{ m/s}$, 负号表示沿 x 轴负方向; 质点在 0~4 s 内通过的位移 $x'' = x_2 - x_0 = -10 \text{ m}$, 质点在 0~4 s 内的平均速度 $\bar{v}_2 = \frac{-10}{4} \text{ m/s} = -2.5 \text{ m/s}$, 负号表示沿 x 轴负方向。

⑪ 平均速度是位移与时间的比值, 由于此人爬山往返一次, 位移 $\Delta x = 0$, 平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0}{\Delta t} = 0$; 平均速率是路程与时间的比值, 由于此人往返一次, 路程为山脚到山顶距离的 2 倍, 平均速率为 $\frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ 。

⑫ 如图所示, 画出飞机和人空间位置图, A 表示人所处位置, C 点表示听到飞机声音时飞机的位置, 由几何关系有: $v_F t = vt \tan 30^\circ$, 解得飞机速度为 $v_F = 190.5 \text{ m/s}$ 。



第12题图

⑬ (1) 合拍后, 每次拍打时间间隔为 $t = \frac{T}{N}$, 声波往返距离为 $2L$ 。

则声速 $v = \frac{2L}{t} = \frac{2NL}{T}$ 。

解析

① 200 m 决赛的跑道有一段弯道, 所以 200 m 决赛的位移小于 200 m, 所以 A 错误; 200 m 决赛的平均速度 $\bar{v} < \frac{200 \text{ m}}{19.40 \text{ s}} = 10.31 \text{ m/s}$, 故 B 错误; 100 m 决赛的平均速度 $\bar{v} = \frac{100 \text{ m}}{9.92 \text{ s}} = 10.08 \text{ m/s}$, 而最大速度无法确定, 故 C 正确、D 错误。

② 三个质点的起止位置相同, 故三个质点的位移相同, D 选项错误; 由于运动时间相同, 由平均速度的定义可知, 平均速度也相同, A 选项正确; 曲线运动的速度方向沿轨迹的切线方向, 所以不是任何时刻速度方向都相同, B 选项错误; 到达 M 点前的任意时刻, 三个质点的位移并不相同, 平均速度也不同, C 选项错误。

③ 高速动车组在 1 min 内, 时速由“0”瞬间飙升至“130 公里”, 即 1 min 末的速度 $v = 130 \text{ km/h} = 36.1 \text{ m/s}$, 则 A 选项正确, B 选项错误; 1 min 内的平均速度 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{t} = \frac{1000}{60} \text{ m/s} = 16.67 \text{ m/s}$, 则 C 选项正确, D 选项错误。

④ 设全程的路程为 x , 由平均速度公式可以计算出汽车行驶全程和后 $\frac{1}{3}$ 的路程所用时间分别为 $t = \frac{x}{v}$, $t_2 = \frac{x}{3v_2}$, 则行驶前 $\frac{2}{3}$ 路程所用时间为 $t_1 = t - t_2 = \frac{x}{v} - \frac{x}{3v_2} = \frac{2x}{105}$, 所以 $v_1 = \frac{x_1}{t_1} = 35 \text{ km/h}$, 选项 C 正确。

⑤ 设甲、乙两车从某地到目的地距离为 x , 则对甲车有 $t_{\text{甲}} = \frac{2x}{v_1 + v_2}$; 对乙车有 $t_{\text{乙}} = \frac{x}{2v_1} + \frac{x}{2v_2} = \frac{v_1 + v_2}{2v_1 v_2} x$, 所以, $\frac{t_{\text{甲}}}{t_{\text{乙}}} = \frac{4v_1 v_2}{(v_1 + v_2)^2}$, 由数学知识可得 $(v_1 + v_2)^2 > 4v_1 v_2$, 故 $t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$, A 正确。

⑦ 从题图中可得出, 其平均速度 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{2988}{600} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$, 因单程用时 10 分钟, 则 1 小时运送 6 次, 其运能为: $50 \times 6 = 300$ (人)。

⑧ 由图可知, 心脏每跳动一次, 纸带向前移动大约 4 个小方格的距离, 约 2.0 cm, 则心脏每跳动一次所需时间约 $T = \frac{x}{v} = 0.80 \text{ s}$; 此人心脏一分钟跳动的次数为 $n = \frac{60 \text{ s}}{0.80 \text{ s/次}} = 75$ 次, 故 A 正确。

⑨ 从 A 到 B 位移为 9 km, 路程为 15 km, 用时 5 min, 可得整个过程的平均速率为 180 km/h、平均速度大小为 108 km/h, 故 A 错误、B 正确; 速度计显示的是瞬时速度大小, 故 C 正确; 经过 C 时速度的方向为沿运动轨迹在 C 点的切线方向, 故 D 错误。

课时2 瞬时速度

→ 正文 P7

答案

- ① ACD ② B ③ CD ④ A
⑤ C ⑥ B ⑦ AD ⑧ ABC
⑨ C ⑩ B ⑪ AC

解析

- ① 瞬时速度是与某时刻或某位置相对应,平均速度与某一段位移或某一段时间相对应,故 A、C、D 正确,B 错误。
- ② 限速标志上标出的速度是该路段允许的最大行驶速度,故“80”表示瞬时速度,而路线指示标志上标出的数值是表示此处到青岛的路程还有 150 km,故 B 正确。
- ③ 由 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 知,当 Δx 越小,此段平均速度越能较准确地反映瞬时速度,D 正确。
- ④ 由速度定义可知滑块经过光电门时的速度大小为 $v = \frac{d}{t} = \frac{4.0 \times 10^{-3}}{0.040} \text{ m/s} = 0.10 \text{ m/s}$,选项 A 正确。
- ⑤ 由题图可知,轨道车通过监测点用时 1.0 s,由 $v = \frac{x}{t}$ 知, $v = 22 \text{ cm/s}$,C 项正确。
- ⑥ 根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知,曝光时间等于子弹影像前后错开的距离除以子弹速度,所以,必须知道子弹影像前后错开的距离和子弹的速度。子弹长度一般为 2.0 cm 左右,所以弹头长度约为 $2 \times 10^{-2} \text{ m}$;根据“子弹影像前后错开的距离约为子弹长度的 1%~2%”可得,“子弹影像前后错开的距离”大约是 $4 \times 10^{-4} \text{ m}$,而弹头速度约为 500 m/s,所以曝光时间约为 $8 \times 10^{-7} \text{ s}$,最接近 10^{-7} s 。
- ⑦ 利用地图计算出的出发地和目的地之间的直线距离为整个运动过程的位移,里程表显示的是路程,平均速度 $v = \frac{x}{t} = 108 \text{ km/h}$,A 正确,B、C 错误;车内速度计示数为对应位置的速率,故 D 正确。
- ⑧ 由 $v = \frac{x}{t}$ 可得: $v_{AB} = \frac{1}{1} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$, $v_{AC} = \frac{\sqrt{5}}{2} \text{ m/s}$,故 A、B 均正确;所选取的过程离 A 点越近,其阶段的平均速度越接近 A 点的瞬时速度,故 C 正确;由 A 经 B 到 C 的过程不是匀变速直线运动过程,故 B 点虽为中间时刻,但其速度不等于 AC 段的平均速度。
- ⑨ 所有计时工具显示的都是时刻,速度计显示的都是瞬时速度,故 C 正确。
- ⑩ 500 m 是位移,101 s 是通过 500 m 所花的时间,故 $v = \frac{500}{101} \text{ m/s} = 4.95 \text{ m/s}$,表示的是平均速度,B 正确。
- ⑪ 位移—时间图像的斜率表示物体的速度,A 项正确;在 $x-t$ 图像中图线表示的是做直线运动的物体的位移随时间的变化情况,而不是物体运动的轨迹,由于甲、乙两车在 $0 \sim t_1$ 时间内做单向的直线运动,故在这段时间内两车通过的位移和

路程均相等,B 项错误;在 $v-t$ 图像中, $0 \sim t_2$ 时间内, t_2 时刻丙、丁速度相等,故 t_2 时刻两者相距最远,C 项正确;由图线可知, $0 \sim t_2$ 时间内丙的位移小于丁的位移,故丙的平均速度小于丁的平均速度,D 项错误。

第4节 加速度

→ 正文 P9

答案

- ① BD ② C ③ C ④ C ⑤ C
⑥ B ⑦ D ⑧ AC

- ⑨ 遮光板通过第一个光电门的速度: $v_1 = \frac{L}{\Delta t_1} = \frac{0.03}{0.3} \text{ m/s} = 0.10 \text{ m/s}$,
遮光板通过第二个光电门的速度: $v_2 = \frac{L}{\Delta t_2} = \frac{0.03}{0.1} \text{ m/s} = 0.30 \text{ m/s}$,
故滑块的加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = 0.067 \text{ m/s}^2$ 。
- ⑩ (1) 末速度 $v_t = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3.6} \text{ m/s} = 27.78 \text{ m/s}$,
平均加速度 $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{27.78 - 0}{4.2} \text{ m/s}^2 = 6.61 \text{ m/s}^2$ 。
(2) 所需时间 $t' = \frac{v_t - v_0}{a'} = \frac{27.78 - 0}{3} \text{ s} = 9.26 \text{ s}$ 。
- ⑪ (1) 摩托车与货车相撞瞬间,货车的速度几乎不变,摩托车的速度反向,大小与货车速度相同,因此,摩托车速度的变化 $\Delta v = 72 \text{ km/h} - (-54 \text{ km/h}) = 126 \text{ km/h} = 35 \text{ m/s}$,
所以摩托车的加速度大小 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{35}{2.1 \times 10^{-3}} \text{ m/s}^2 = 16\,667 \text{ m/s}^2 = 1\,666.7g > 500g$,
因此摩托车驾驶员有生命危险。
(2) 设货车、摩托车的加速度大小分别为 a_1 、 a_2 ,根据加速度定义得: $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1}$,
 $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}$, $\Delta v_1 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$, $\Delta v_2 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$,
所以 $a_1 : a_2 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} : \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{20}{4} : \frac{15}{3} = 1 : 1$ 。
- ⑫ AD ⑬ B ⑭ B ⑮ B ⑯ B
⑰ B ⑱ BD ⑲ B
- ① 加速度是描述物体速度变化的快慢,快慢是表示一个物理量随另一个物理量的变化率,加速度是速度对时间的变化率,方向与速度改变量的方向一致,知 B、D 正确。
- ② 题图甲所示为汽车的初速度,示数为 $20 \text{ km/h} = 5.6 \text{ m/s}$,题图乙所示为汽车的末速度,为 $60 \text{ km/h} = 16.7 \text{ m/s}$,则加速度 $a = \frac{16.7 - 5.6}{4} \text{ m/s}^2 = 2.8 \text{ m/s}^2$,故 C 正确。
- ③ 速度改变量 $\Delta v = v_2 - v_1 = 5 \text{ m/s}$,方向向左, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 500 \text{ m/s}^2$,

解析

- ① 加速度是描述物体速度变化的快慢,快慢是表示一个物理量随另一个物理量的变化率,加速度是速度对时间的变化率,方向与速度改变量的方向一致,知 B、D 正确。
- ② 题图甲所示为汽车的初速度,示数为 $20 \text{ km/h} = 5.6 \text{ m/s}$,题图乙所示为汽车的末速度,为 $60 \text{ km/h} = 16.7 \text{ m/s}$,则加速度 $a = \frac{16.7 - 5.6}{4} \text{ m/s}^2 = 2.8 \text{ m/s}^2$,故 C 正确。
- ③ 速度改变量 $\Delta v = v_2 - v_1 = 5 \text{ m/s}$,方向向左, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 500 \text{ m/s}^2$,

方向向左,C 正确。

- 4 甲做加速运动,速度变化量为 $\Delta v_{\text{甲}} = 10 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$,
加速度 $a_{\text{甲}} = \frac{\Delta v_{\text{甲}}}{\Delta t} = 5 \text{ m/s}^2$,乙的速度变化量 $\Delta v_{\text{乙}} = 0 \text{ m/s} -$

$20 \text{ m/s} = -20 \text{ m/s}$,加速度 $a_{\text{乙}} = \frac{\Delta v_{\text{乙}}}{\Delta t} = -2.5 \text{ m/s}^2$,负号代表

方向,不代表大小,通过计算知乙的速度变化量大,甲的加速度大,C 正确,A、B、D 错误。

- 5 本题考查物理量单位的确定。加速度的变化率的计算公式为 $\frac{\Delta a}{\Delta t}$,加速度的单位是 m/s^2 ,时间的单位是 s,所以 $\frac{\Delta a}{\Delta t}$ 的单位是 m/s^3 ,选项 C 正确。

- 6 根据加速度定义,该物体在任 1 s 末的速度比该秒初的速度大 3 m/s ,A 错误,B 正确;加速度和任何时刻的速度大小没有关系,故 C 错误;该物体在任 1 s 初与前 1 s 末对应同一时刻,速度相等,故 D 错误。

- 7 t_1 、 t_3 时刻的速度大小相同,但方向相反,A 错误; t_2 时刻速度为零,但斜率不为零,说明加速度不为零,B 错误; t_1 、 t_3 时刻图像斜率相同,加速度相同,C 错误;若 $t_2 = 2t_1$,由于 $v-t$ 图线为直线,所以 $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_2$ 时间内速度的变化量相同, $\Delta v_1 = \Delta v_2 = -4 \text{ m/s}$,可得 $v_0 = 8 \text{ m/s}$,D 正确。

- 8 由题中图像知,0~1 s 内质点做加速运动,加速度为 $a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = 2 \text{ m/s}^2$,A 正确;2~4 s 内做减速运动,加速度为 $a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = -1 \text{ m/s}^2$,负号表示方向,不表示大小,故 $a_1 > a_2$,B 错误,C 正确;0~1 s 内和 2~4 s 内的速度方向均为正方向,故 D 错误。

- 12 箭头表示速度的方向,线段长度表示速度的大小,加速时 Δv 的方向与速度方向一致;减速时, Δv 的方向与速度方向相反,A、D 正确。

- 13 加速度是描述速度变化快慢的物理量,速度大,加速度不一定大,选项 A 错误;根据 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,加速度的方向一定与速度变化的方向相同,选项 B 正确;加速度和速度没有必然关系,选项 C 错误;若加速度方向与速度方向相反,物体做减速运动,选项 D 错误。

- 14 对于加速直线运动,当加速度减小时,速度在增大,只不过增大变慢,A 可能;加速度方向发生改变,即加速度存在,有加速度存在速度就在改变,B 不可能;加速度仅仅反映速度改变的快慢,若加速度方向与速度方向相反,加速度最大时,速度减小的最快,当然速度可有最小,若加速度方向与速度方向相同,当加速度最小时,速度增大的最慢,加速度为零时,速度可能取最大值,C 可能;只在重力作用下,以水平速度抛出的物体,加速度方向不变而速度方向变化,D 可能。

- 15 由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,在 Δv 越大,但不知道 Δt 的大小时,无法确定加速度的大小,故 A 错误;高速匀速飞行的战斗机,速度很大,但速度变化量为零,加速度为零,所以 B 正确;炮筒中的炮弹,在火药刚刚燃烧的时刻,炮弹的速度为零,但加速度很大,所以 C 错误;加速度很大,说明速度变化很快,速度可能

很快变大,也可能很快变小,故 D 错误。

- 16 当汽车做加速度运动时,加速度方向与初速度方向一致,汽车速度每秒钟都在增加,只是速度增加的量值不断减小,而总速度是增大的,知 B 正确。

- 17 加速度的正、负表示方向,绝对值表示大小,甲、乙加速度大小相等,A 错误;甲的加速度与速度同向,所以做加速运动,乙的加速度与速度方向相反,所以做减速运动,B 正确;加速度大小表示速度变化的快慢,甲、乙速度变化一样快,C 错误;由 $\Delta v = a \cdot \Delta t$ 可知在相等时间内,甲、乙速度变化大小相等,方向相反,D 错误。

- 18 飞机的加速度不断变小,但速度不断变大,只是增加变慢而已,速度变大时,位移增加变快,B、D 正确。

- 19 加速度与速度同向,速度应增大,当加速度不变时,速度均匀增加;当加速度减小时,速度仍增大,但不再是均匀增大,直到加速度为零时,速度不再增大,A 项错误,B 项正确;因质点速度方向不变化,始终是向前运动,最终匀速运动,所以位移一直在增大,C 项和 D 项均错误。

单元综合

第 1 章 专题 突破专练

→ 正文 P11

答案

1 B	2 D	3 B	4 C
5 C	6 C	7 A	8 AC
9 BC	10 CD	11 B	12 C
13 BC	14 BC	15 A	16 BD
17 D	18 BCD	19 BC	

解析

- 1 建立理想物理模型法其核心是:抓住事物的主要因素,忽略次要因素,突出主要因素,使所要研究的问题清晰明朗,便于对问题分析和处理。B 正确。
- 2 在研究地球自转时,地球的形状和大小不能忽略,A 错误;研究风力发电机叶片的旋转时,叶片的形状不能忽略,B 错误;研究旋转的足球时,足球的大小和形状不能忽略,C 错误;匀速直线运动的火车可作为质点处理,D 正确。
- 3 刻舟求剑的故事是,用刀在船上刻一个记号,标明剑从此处落入水中,以船作为参考系,但船运动到另一个地方时,从船上有标记的地方下水是找不到剑的,其原因是选错了参考系,应以河岸为参考系,才正确。B 正确,其他选项错误。
- 4 甲车相对乙车不动,说明甲、乙两车以相同的速度向同一方向运动;坐在乙车内的同学看到路旁的树相对乙车向东运动,说明乙车向西运动,综合知 C 正确。
- 5 “追拍法”是摄影师跟着运动员一起运动,并与运动员保持相对静止,摄影师跟踪的是运动员,是以运动员为参考系,所以滑板和运动员成像是清晰的,另一方面,运动场地上的物体相对摄影机是运动的,所以成像模糊,故 C 正确。

- ⑥ 位移的大小是指出发点与终点间的直线距离,小英从家出发,又回到家中,从起点到终点的位移为零,路程是指物体通过路径的长度,所以路程为12.3 km,C选项正确。
- ⑦ 位移的大小是指由起点指向终点的线段长度,A正确,运动员通过的路程为11.2 m。
- ⑧ 将护航舰艇看作质点可较方便的研究其运动轨迹,故A正确;“四千五百海里”指的是护航舰艇的航行路程,而不是位移,故B错误,C正确;只有单向直线运动路程才等于位移大小,故D错误。
- ⑨ 由位置、位移、时间、时刻、速度、速率的定义可知,北斗导航卫星定位提供的是一个点,是位置,不是位置的变化,A错误、B正确;北斗导航卫星授时服务提供的是时刻,C正确;北斗导航卫星测速服务提供的是运动物体某时刻的速度的大小和方向,D错误。
- ⑩ 正负只表示速度或加速度的方向与选定的正方向是相同或相反,正负并不表示速度或加速度的大小;只要加速度和速度方向相同,物体做加速运动,只要加速度和速度方向相反,物体做减速运动,C、D正确。
- ⑪ 根据题意可知 $a = \frac{x}{t}A = vA$ 。若 $A > 0$ 且保持不变,则物体做加速运动, v 变大, a 逐渐变大;若 $A < 0$ 且保持不变,则物体做减速运动, v 变小, a 逐渐变小;显然,若 A 不变,则 a 可能变大也可能变小,故B正确,A、C错误。同理,由关系式 $A = \frac{at}{x} = \frac{a}{v}$,可知,若 a 不变,则 A 可能变大也可能变小,D错误。
- ⑫ 物体做加速度不断增大的减速运动,则在连续相等时间内,物体的速度及变化量不断增大。位移取决于速度和时间,与加速度没有关系,无论是加速运动还是减速运动,位移总是增加的,故C正确。
- ⑬ 物块从A向O运动过程中小物块做加速运动,形变量 x 不断减小,由 $a = kx$ 知加速度不断减小,加速度方向与速度方向相同,速度不断增大,A错误,B正确;小物块由O向B运动过程中做减速运动,因为弹簧的形变量 x 不断增大,故加速度不断增大,加速度方向与速度方向相反,速度不断减小,故C正确,D错误。
- ⑭ 在位移—时间图像中,甲、乙两物体的图线均为倾斜的直线,所以两物体均做匀速直线运动,所以选项A错误;若甲、乙两物体在同一直线上运动,由图像可知一定会相遇,因此选项B正确;两物体相遇时,纵坐标相同,则选项C正确,选项D错误。
- ⑮ 位移是指起点到终点的直线距离, $t = 0$ 时刻到 $t = 4$ s 时刻位置相距1 m,A正确。
- ⑯ 由 $x-t$ 图线可知,A、B两物体自同一位置向同一方向运动,且B比A晚出发2 s,图线中直线的斜率大小表示做匀速直线运动的速度大小,由 $x-t$ 图线可知,B物体的运动速度大小比A物体的运动速度大小要大,A、B两直线的交点的物理意义表示相遇,交点的坐标表示相遇的时间和相遇的位置,故A、B两物体在A物体出发后4 s时相遇,相遇位置距原点20 m,综上所述,B、D选项正确。

- ⑰ $x-t$ 图线的斜率表示物体的速度,由题图可知,甲、乙两物体的速度均逐渐减小,甲沿 x 轴正方向运动,乙沿 x 轴负方向运动,A、B均错误;因两物体的位移大小均为 $x = x_2 - x_1$,故其平均速度大小均为 $\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_1}$,D正确,C错误。
- ⑱ 位移图像只能描述直线运动的物体,A错误; $x-t$ 图像的斜率表示速度,即 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,图线乙的斜率不断增大,知乙车做加速直线运动,B正确;在 t_2 时刻两车相遇,它们在相同时间内通过了相同的位移,其平均速度大小相等,C正确; t_1 时刻虚线与直线平行,说明此时两车速度相等, t_1 时刻后,乙车速度大于甲车速度,乙车开始追赶甲车,故 t_1 时刻两车距离最大,D正确。
- ⑲ 质点 a 一直向东运动,图像斜率表示质点运动速度大小,故质点 a 的速度大小等于 $v_a = 2$ m/s,质点 b 在第1 s内向西运动,在1 s末时刻两质点相距最远,质点 b 在1 s~3 s内向东运动,速度大小 $v_b = 4$ m/s,在 $t = 3$ s 时两质点相遇,故B、C正确,A、D错误。

第1章 真题 分类专练

→ 正文 P13

答案

- | | | | |
|-----|------|------|-----|
| ① C | ② D | ③ C | ④ B |
| ⑤ D | ⑥ B | ⑦ BC | ⑧ C |
| ⑨ C | ⑩ B | ⑪ D | ⑫ A |
| ⑬ C | ⑭ CD | | |

解析

- ① 乘客以自己旁边的座椅为参考系时,乘客是静止的,若以海面、海岛或灯塔为参考系,乘客应该是运动的,故C正确,A、B、D错误。
- ② 事实上地球是绕太阳运动的,观察到太阳绕地球东升西落,是以地球为参考系观察到的结果,A错误;重山和地面是相对静止的,轻舟以地面为参考系,才能出现过万重山的壮观体验,B错误;骏马相对地面在运动,故C错误;以河中的小船为参考系,群山才能走起来,故D正确。
- ③ 跳水、花样滑冰运动都要肢体动作的配合,人不能视为质点,登山时以手指和脚掌前部受力为主,运动员不能视为质点。
- ④ 小明同学走了一圈半,起点和终点刚好位于圆周的一条直径的两端,知其位移大小为 $2R$ 。小明通过的路径长度为一个半圆周,即路程为 $3\pi R$,故B正确,A、C、D错误。
- ⑤ 平均速度对应的是一段位移或一段时间,而瞬时速度对应的是某个时刻或某个位置,故D正确。
- ⑥ 位移由起点指向终点,故小明位移为零,路程为2 km,A错误,B正确;平均速度等于位移与所花时间之比,故平均速度为零,C错误;平均速率等于路程与所花时间之比,平均速率为 3.33 m/s,故D错误。
- ⑦ 飞机体积虽然很大,但在测量飞机滑行的距离时,以飞机机体上任意一点进行测量,其结果是一样的,所以可以视为质

点,物体是否能当作质点,应视具体情况而定,故 A 错误,B 正确;飞机做减速运动,其加速度方向应与速度方向相反,故 C 正确,D 错误。

- 8 加速度反映了速度随时间变化的快慢,与速度的大小和方向无关,C 正确。

- 9 加速度和速度没有直接的、必然的因果关系,两者之间各种可能性都有,C 正确。

- 10 由 $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$,代入数据得 $a = 4.0 \text{ m/s}^2$ 。

- 11 加速度是矢量,应注意方向。设向西为正方向, $a = \frac{3 \text{ m/s} - (-1 \text{ m/s})}{2 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$,D 正确。

- 12 位移—时间图像反映的物体的位移随时间变化的规律,其斜率 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示物体的速度,知 $t_1 \sim t_2$ 内物体位置不变,物体处于静止状态,A 正确; $0 \sim t_1$ 时间段图像斜率小于 $t_2 \sim t_3$ 时间段图像的斜率,C 错误;同理 D 错误。

- 13 位移—时间图像的斜率表示物体运动速度的大小和方向,故甲、乙都做匀速直线运动,故 A 错误;甲、乙运动的出发点相差 x_0 ,故 B 错误;由图知乙的斜率比甲的斜率大,即乙运动的速率比甲运动的速率大,故 C 正确;乙比甲迟出发 t_1 的时间,故 D 错误。

- 14 t_1 和 t_2 时刻表示两车相遇的时刻和对应位置,A 错误;甲不是从原点出发的,乙是从原点出发的,故它们在 O 到 t_1 时刻内通过的路程不相等,B 错误;从 t_1 到 t_2 时间内两车走过的路程都是 $x_2 - x_1$,C 正确;当甲对应的曲线上某点的切线与乙对应直线平行时,两车的速度相等,D 正确。

第 1 章 单元测试卷

正文 P15

答案

- 1 B 2 D 3 B 4 D
5 A 6 B 7 C 8 BD
9 CD 10 BC

- 11 设客车的速度为 v_1 ,声音的速度为 v_2 ,第一次鸣笛时客车离隧道口的距离为 x_1 ,第二次鸣笛时客车离隧道口的距离为 x_2 ,则有 $v_2 t_1 = 2x_1 - v_1 t_1$, $v_2 t_3 = 2x_2 - v_1 t_3$, $x_2 = x_1 - v_1(t_2 + t_1)$,

以上三式联立可得: $v_1 = \frac{v_2}{9} = 136 \text{ km/h} > 120 \text{ km/h}$,故客车超速行驶。

- 12 由题意可知,在避让过程中,两车的重叠部分必须始终处于避让区。分析可知,要想恰好不相撞,慢车车尾通过 A 点时,快车车头正好到达 A 点;慢车车头到达 B 点时,快车车尾正好通过 B 点。对慢车通过 A 点过程,快车的位移为 $L_1 + L_0$,由二车运动时间相等,有 $\frac{L_0}{v} = \frac{L_1 + L_0}{2v}$,解得 $L_1 = L_0$ 。对快车通过轨道 AB 的过程,由二车运动时间相等,有 $\frac{L_2 + L_0}{2v} = \frac{L_2 - L_0}{v}$,解得 $L_2 = 3L_0$,即

L_1 至少应为 L_0 , L_2 至少应为 $3L_0$ 。

- 13 第一枚鱼雷击中前,敌舰逃跑的速度大小为 v_1 ,鱼雷的速度 $v = 60 \text{ m/s}$ 。

当鱼雷快艇与敌舰相距 $x_0 = 2 \text{ km}$ 时,发射第一枚鱼雷,经 $t_1 = 50 \text{ s}$ 击中敌舰,则有 $(v - v_1)t_1 = x_0$,代入数据解得 $v_1 = 20 \text{ m/s}$ 。

击中敌舰时,鱼雷快艇与敌舰的距离为:

$$x = x_0 - (v_0 - v_1)t_1 = 2000 \text{ m} - (30 - 20) \times 50 \text{ m} = 1500 \text{ m}。$$

马上发射第二枚鱼雷,击中前瞬间敌舰的速度大小为 v_2 ,经 $t_2 = 30 \text{ s}$,鱼雷再次击中敌舰,则 $(v - v_2)t_2 = x$,代入数据解得 $v_2 = 10 \text{ m/s}$ 。

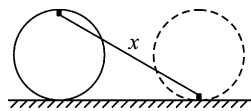
解析

- 1 若将支撑竿看成质点,就无法研究其“转动情况”,若将跆拳道运动员看成质点,就无法研究其“动作”,A、C 错误;帆船的大小与大海相比可忽略,所以帆船可看成质点,B 正确;投篮时必须压腕,篮球向后旋转,打板后容易进入篮筐,篮球不能视为质点,D 错误。

- 2 地面上的人看到飞机飞过,是以地面为参考系,飞行员看到观礼台向后掠过,是以飞机为参考系观察的结果,A、B 正确;因表演机保持队形飞行,速度相同,故无论以编队中的哪一架飞机为参考系,其他飞机都是静止的,故 C 正确,D 错误。

- 3 乙上升过程,甲、乙间距越来越小,故甲看到乙向上运动;乙下降过程,因甲的速度大于乙的速度,甲、乙间距仍然变小,故甲看到乙还是向上运动,B 正确。

- 4 当气门芯由轮子的正上方第一次运动到轮子的正下方时,轮子向前运动半个周长,气门芯的初位置与末位置如图所示,由几何知识得,气门



第 4 题图

芯的位移大小 $x = \sqrt{(2R)^2 + (\pi R)^2} = R\sqrt{4 + \pi^2}$,D 正确。

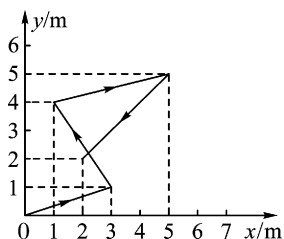
- 5 火箭点火升空瞬间速度很小,火箭得到高速气体的反冲力,加速度较大,A 正确,B、D 错误;加速度的大小与速度的大小无必然联系,故 C 错误。

- 6 由 $s = vt$ 得 $s = \frac{50}{3.6} \times 0.5 \text{ m} = 6.94 \text{ m}$,故 B 项正确。

- 7 路程—时间图像的斜率表示物体运动的速率大小,故 C 正确。

- 8 清晨六点是上午六点整时刻,十分钟是指经过的时间,A 错误,B 正确;以列车为参考系,将列车当作静止,树林相对列车向后退去,C 错误,D 正确。

- 9 在坐标系中画出机器人的运动轨迹如图所示,可见其运动轨迹不是直线,图线的交点表示机器人两次通过同一点,A、B 均错误;整个过程中机器人的位移为从点 $(0,0)$ 到点 $(2,2)$ 的有向线段,大小为 $2\sqrt{2} \text{ m}$,C 正确; $(0,0)$ 、 $(2,2)$ 、 $(5,5)$ 三个坐标点在一条直线上,故可得出整个过程中机器人的位移与由点 $(5,5)$ 到点 $(2,2)$ 的位移方向相反,D 正确。



第 9 题图

- 10 图像的斜率等于速度,在 20 s 内图像的斜率一直为正,说明质点的速度方向没有改变,一直沿正向运动,A 错误;图像的斜率先增大后减小,则质点的速度先增大后减小,B 正确;在 0~20 s 内质点的位移 $x = 16$ m,平均速度大小 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{16}{20}$ m/s = 0.8 m/s,C 正确。由斜率可知,在 0~20 s 内质点的瞬时速度等于它在这段时间内平均速度的时刻有两处,D 错误。

第 2 章 匀变速直线运动的研究

第 1 节 速度变化规律

课时 1 匀变速运动速度的特点

→ 正文 P17

答案

- ① BC ② BD ③ ABD ④ B
⑤ AD ⑥ D ⑦ A ⑧ BC
⑨ AC

10

时刻 t/s	0	1	2	3	4	...	13
速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	5	7	9	11	13	...	31

- 11 物体做匀加速直线运动,加速度为 2 m/s^2 ,即每秒钟速度增加 2 m/s ,知 2 s 时速度为 $v = 2 \text{ m/s} + 2 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ s} = 6 \text{ m/s}$,18 m/s 对应的时刻为 $t = \frac{18 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 8 \text{ s}$ 。

解析

- 1 当物体做匀减速运动时,加速度恒定,其速度随时间不断减小,故 A 错误;因为匀变速直线运动的加速度恒定,根据加速度定义 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 知,在匀变速直线运动中,若 Δt 一定,则速度变化量 Δv 也就一定, Δv 与 Δt 构成一一对应关系, Δv 与 Δt 成正比,B、C 正确;例如竖直上抛运动,其加速度不变,物体先减速到零,然后反向做匀加速直线运动,D 错误。
- 2 判断物体做匀变速运动的特点,要紧抓速度和加速度的关系,因为无论是加速运动,还是减速运动,物体的位移总是不断增大的,所以应该用每一层的圆木根数表示速度大小,用相邻两层圆木的差值表示加速度大小。
- 3 匀速直线运动的特点是速度大小和方向不变,A 正确;匀变速直线运动的特点是加速度恒定,瞬时速度随时间变化而加速度表示的是物体速度变化的快慢,知 B、D 正确;速度随时间不断增加,但当物体速度在相等时间内变化量不相等时,物体做非匀变速直线运动,C 错误。
- 4 匀变速直线运动加速度恒定,在相同的时间内速度的变化量相同,故 B 正确。
- 5 匀加速运动,速度是不断增大的,其加速度方向必须与速度

方向相同,A 正确;物体做什么性质的运动,与选取的正方向无关,加速运动的加速度可以取负值,表示加速度方向和速度方向与选定的正方向相反,B 错误,D 正确;C 选项中加速度方向向南,C 错误。

- 6 加速度的“正、负”符号只表示加速度的方向与选定的正方向是相同,还是相反,A 错误;只有加速度大小不变,且方向和速度方向一致时,物体才是做匀加速直线运动,B 错误;匀减速运动中加速度方向一定与速度方向相反,C 错误,D 正确。
- 7 当加速度恒定且与速度方向相同时,物体做加速运动,与速度和加速度的正负无关,A 正确。
- 8 雨滴做加速度不断减小的加速运动,最后做匀速直线运动,速度和加速度方向都向下,都为正值, $v-t$ 图线的斜率表示加速度,B 正确;加速度由大到小,最后为零,C 正确。
- 9 匀变速直线运动的特征是物体的加速度相同,即大小和方向不变,或者说在相等时间内速度变化量相同,观察知 A、C 正确;乙做加速度不断减小的变减速直线运动,丙做加速度不断增加的变加速直线运动,知 B、D 错误。

课时 2 匀变速直线运动的速度变化规律

→ 正文 P19

答案

- 1 司机反应时间 $t_1 = 0.6 \text{ s}$, $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$,汽车刹车时间 $t_2 = \frac{v_0}{a} = 5 \text{ s}$,整个刹车时间 $t = t_1 + t_2 = 5.6 \text{ s}$ 。
- 2 (1) 匀加速直线运动物体的速度变化量与运动时间成正比: $\frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{v_3 - v_1}{t_3 - t_1}$,代入数值得 $v_3 = 8 \text{ m/s}$ 。
- (2) 根据速度公式 $v_t = v_0 + at$,物体加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$,代入数值得 $a = 2 \text{ m/s}^2$,
物体的初速度 $v_0 = v_1 - at_1$,解得 $v_0 = 0$ 。
- (3) $t_4 = 13 \text{ s}$ 时物体速度 $v_4 = at_4 = 26 \text{ m/s}$ 。
- 3 (1) 根据速度—时间公式有 $v = v_0 + a_2 t_2$,
战机脱离弹射系统的瞬时速度 $v_0 = v - a_2 t_2$,
解得 $v_0 = 30 \text{ m/s}$ 。
- (2) 根据速度公式有 $v_0 = a_1 t_1$,代入数据解得 $a_1 = 30 \text{ m/s}^2$ 。

- 4 BD 5 D 6 BD 7 A
8 C 9 B 10 D 11 BC
12 BC 13 BC 14 C

解析

- 4 速度和加速度都是矢量,必须分情况讨论。当 v_1 与 v_2 方向相同时,物体做加速运动,加速度大小 $a_1 = \frac{(v_2 - v_1)}{\Delta t} = 6 \text{ m/s}^2$; 当 v_1 与 v_2 方向相反时,物体先减速到零,然后反向运动,加速度大小 $a = \frac{10 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 14 \text{ m/s}^2$, B、D 正确。
- 5 做匀变速直线运动的物体,在一段位移内中间时刻的速度等于这段时间内的平均速度,另一方面,做匀变速直线运动物体的平均速度等于其始末速度和的一半,即 $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$, 综合知 $v_{0.5t} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t) = 4 \text{ m/s}$, D 正确。
- 6 匀加速运动的 v 随 t 呈线性变化,平均速度等于始末速度和的一半, A 错误; 因为战机在起飞前做匀加速直线运动,则 $a = \frac{v}{t}$, $x = vt = \frac{vt}{2}$, B、D 正确。
- 7 物体做匀加速直线运动,中间时刻的瞬时速度等于全过程的平均速度。可知,第一段 Δx 内物体在中间时刻 $\frac{t_1}{2}$ 的速度为 $v_1 = \frac{\Delta x}{t_1}$, 在第二段 Δx 内物体在中间时刻 $\frac{t_2}{2}$ 的速度 $v_2 = \frac{\Delta x}{t_2}$, 根据加速度定义有,加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}}$, 解得 $a = \frac{2\Delta x(t_1 - t_2)}{t_1 t_2(t_1 + t_2)}$, A 正确, B、C、D 错误。
- 8 设加速度大小为 a , 经 A、C 的速度大小分别为 v_A 、 v_C 。据匀加速直线运动规律可得:

$$v_B^2 - v_A^2 = 2a \times \frac{L}{2}, v_C^2 - v_B^2 = 2a \times \frac{L}{2},$$

$$\frac{v_A + v_B}{2} = v_1 = 3 \text{ m/s}, \frac{v_B + v_C}{2} = v_2 = 6 \text{ m/s},$$
联立得: $v_B = 5 \text{ m/s}$ 。故 C 正确。
- 9 利用数形结合的思想, $t = 0$ 时刻,速度 $v_0 = -4 \text{ m/s}$, $t = 2 \text{ s}$ 时,质点速度为 0, 故代入计算得 $v = (-4 + 2t) \text{ m/s}$, B 正确。
- 10 t_1 、 t_3 时刻的速度大小相同,但方向相反, A 项错误; t_2 时刻速度为零,但斜率不为零,说明加速度不为零, B 项错误; t_1 、 t_3 时刻图像斜率相同,加速度相同, C 项错误; 若 $t_2 = 2t_1$, 由于 $v-t$ 图线为直线,所以 Δt_1 和 Δt_2 时间内速度的变化量 $\Delta v_1 = \Delta v_2 = -4 \text{ m/s}$, 可得 $v_0 = 8 \text{ m/s}$, D 项正确。
- 11 速度随时间变化的图线的斜率的大小表示物体运动的加速度大小,斜率的正负表示加速度的方向, A 错误, B 正确; 在 $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_2$ 时间内物体速度变化量的大小相等,时间之比为 $3:1$, 所以加速度大小之比为 $1:3$, C 正确; 根据数学知识,呈线性变化的量的平均值等于始末和的一半,得平均速

度大小相等, D 错误。

- 12 由位移—时间图像可知: 前 10 s 内汽车做匀速直线运动, 速度为 3 m/s , 加速度为 0, 所以 C 正确; $10 \sim 15 \text{ s}$ 内汽车处于静止状态, 汽车相对于出发点的位移为 30 m , 所以 A 错误; $15 \sim 25 \text{ s}$ 内汽车向反方向做匀速直线运动, 速度为 -1 m/s , 所以 D 错误, B 正确。

第2节 位移变化规律

课时1 匀变速直线运动的位移和时
间关系

→ 正文 P21

答案

- 1 CD 2 D 3 C 4 BD

- 5 (1) 飞机在地面滑行的最长时间 $t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{60}{6} \text{ s} = 10 \text{ s}$, 由

位移时间公式得 $x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$, 代入数值得 $x = 300 \text{ m}$ 。

也可根据运动的可逆性, 将匀减速直线运动倒过来当作匀加速直线运动,

有 $x = \frac{1}{2} a t^2$, 代入数值得 $x = 300 \text{ m}$ 。

(2) 方法一: $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$,

代入数值得 $\bar{v} = 30 \text{ m/s}$, 方法二: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 30 \text{ m/s}$ 。

(3) 可看成反向的初速度为零的匀加速直线运动 $x' = \frac{1}{2} a t^2$, 代入数值得 $x' = 48 \text{ m}$ 。

- 6 设最大速度为 $v_{\max}$, 加速过程和减速过程加速度大小分别为 a_1 和 a_2 。

由题意可得 $x = x_1 + x_2 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + v_{\max} t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,

$t = t_1 + t_2$,

$v_{\max} = a_1 t_1$,

$0 = v_{\max} - a_2 t_2$,

整理得 $v_{\max} = \frac{2x}{t} = \frac{2 \times 50}{20} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$ 。

- 7 设甲、乙两跑车通过 P 点所花时间分别为 t_1 和 t_2 , 跑车加速度为 a 。

对甲车: $\frac{a t_1^2}{2} = s_0$ 。

对乙车: $\frac{a t_2^2}{2} = s - \Delta s_0$ 。

由时间关系知 $t_1 - t_2 = \Delta t_0$ 。

代入数值得 $a = 12 \text{ m/s}^2$ 。

- 8 设汽车甲在第一段时间间隔末(时刻 t_0)的速度为 v , 第一段时间间隔内行驶的路程为 s_1 , 加速度为 a ; 在第二段时间间隔内行驶的路程为 s_2 。

由运动学公式得 $v = a t_0$,

$$s_1 = \frac{1}{2}at_0^2,$$

$$s_2 = vt_0 + \frac{1}{2} \times (2a)t_0^2,$$

设汽车乙在时刻 t_0 的速度为 v' , 在第一、二段时间间隔内行驶的路程分别为 s_1', s_2' 。

同样有 $v' = (2a)t_0$,

$$s_1' = \frac{1}{2} \times (2a)t_0^2,$$

$$s_2' = v't_0 + \frac{1}{2}at_0^2,$$

设甲、乙两车行驶的总路程分别为 s, s' ,

则有 $s = s_1 + s_2, s' = s_1' + s_2'$,

联立以上各式解得, 甲、乙两车各自行驶的总路程之比

$$\text{为 } \frac{s}{s'} = \frac{5}{7}.$$

- 9 B 10 A 11 A 12 BD
 13 ACD 14 C 15 BC

解析

- 1 质点做匀减速直线运动, 加速度为 $-a$, 位移为 $v_0t - \frac{1}{2}at^2$, A、

B 错误; 平均速度大小为 $\frac{v_0}{2}$, 位移大小为 $\frac{v_0}{2}t$, C 正确; 匀减速到零的直线运动可倒过来当作初速度为零的匀加速直线运动来计算, 位移大小为 $\frac{1}{2}at^2$, D 正确。

- 2 由匀变速直线运动的位移公式 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$, 对比题给关系式可得 $v_0 = 5 \text{ m/s}, a = 2 \text{ m/s}^2$ 。则第 1 s 内的位移是 6 m, A 错误; 前 2 s 内的平均速度是 $v = \frac{x_2}{t} = \frac{5 \times 2 + 2^2}{2} \text{ m/s} = 7 \text{ m/s}$, B 错误; $\Delta x = at^2 = 2 \text{ m}$, C 错误; 任意 1 s 内速度增量 $\Delta v = at = 2 \text{ m/s}$, D 正确。

- 3 汽车的刹车时间为 $t = \frac{v_0}{a} = \frac{20}{5} \text{ s} = 4 \text{ s}$, 故汽车第 5 s 时处于静止状态。则汽车刹车后 1 s 内的位移为 $x_1 = v_0t_1 - \frac{1}{2}at_1^2 = 20 \times 1 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 5 \times 1^2 \text{ m} = 17.5 \text{ m}$, 前 2 s 内的位移为 $x_2 = v_0t_2 - \frac{1}{2}at_2^2 = 20 \times 2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 5 \times 2^2 \text{ m} = 30 \text{ m}$, 第 2 s 内的位移为 $x_2 - x_1 = 12.5 \text{ m}$; 汽车刹车后 5 s 内的位移即为刹车时间 4 s 内的总位移, 故 $x = v_0t - \frac{1}{2}at^2 = 20 \times 4 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2 \text{ m} = 40 \text{ m}$, C 正确。

- 4 $v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$, 刹车后卡车做匀减速运动的时间 $t_2 = \frac{v_0}{a} = 3 \text{ s}$, 故卡车经过 3.6 s 停下来, A 错误; 卡车与该老人的距离 $x = v_0t_1 + \frac{v_0^2}{2a} + \Delta x = 33 \text{ m}$, B 正确; $\bar{v} = \frac{x - \Delta x}{t_1 + t_2} = 8.75 \text{ m/s}$, C 错误; $x' = v't_1 + \frac{v'^2}{2a} = 52 \text{ m} > 33 \text{ m}$, 所以 D 正确。

- 9 由图像面积计算 0~3 s 内质点的位移 $x_1 = 2 \times 3 \times \frac{1}{2} \text{ m} = 3 \text{ m}$, 方向向右, 3~8 s 内位移为 $x_2 = -2 \times 5 \times \frac{1}{2} \text{ m} = -5 \text{ m}$, 方向向左, 所以前 8 s 总位移 $x = x_1 + x_2 = -2 \text{ m}$; $\bar{v} = \frac{x}{t} = -0.25 \text{ m/s}$, 即大小为 0.25 m/s, 方向向左。B 正确。

- 10 甲、乙两物体在 $v-t$ 图像里的图形都是倾斜的直线表明两物体都做匀变速直线运动, 乙是匀加速, 甲是匀减速, 加速度方向不同, A 正确, C 错误; 根据在 $v-t$ 图像里面积表示位移的方法可知在 0~1 s 内甲通过的位移大于乙通过的位移, B 错误; 根据斜率表示加速度可知甲的加速度大于乙的加速度, D 错误。

- 11 根据 $v-t$ 图像与时间轴围成的面积表示位移, 可以看出汽车甲的位移 $x_{\text{甲}}$ 大于汽车乙的位移 $x_{\text{乙}}$, 选项 C 错误; 根据 $v = \frac{x}{t}$ 得, 汽车甲的平均速度 $v_{\text{甲}}$ 大于汽车乙的平均速度 $v_{\text{乙}}$, 选项 A 正确; 汽车乙的位移 $x_{\text{乙}}$ 小于初速度为 v_2 、末速度为 v_1 的匀减速直线运动的位移 x , 即汽车乙的平均速度小于 $\frac{1}{2}(v_1 + v_2)$, 选项 B 错误; 由于 $v-t$ 图像的斜率大小反映了加速度的大小, 所以汽车甲、乙的加速度大小都逐渐减小, 选项 D 错误。

- 12 由图知启用 ABS 后 t_1 时刻车速较大, A 错误; 由 $v-t$ 图线斜率等于加速度可知, 0~ t_1 的时间内启用 ABS 后加速度较小, $t_1 \sim t_2$ 的时间内启用 ABS 后加速度较大, B 正确、C 错误; 由 $v-t$ 图线与时间轴所围面积等于对应时间内所发生的位移可知启用 ABS 刹车后前行的距离较短, D 正确。

- 13 $v-t$ 图像的斜率表示物体运动的加速度, 由图像可以分析甲做匀变速直线运动, 乙做匀速直线运动, 所以 A 正确; 纵轴截距表示 $t=0$ 时刻的速度, 并非运动的初始位移, B 错误; 在 $v-t$ 图像中, 图像的交点表示某时刻两者速度相等, 由图像可得出发生的位移, 但不能反映运动物体的初始位置, 如果初始位置满足条件, C 有可能正确; 图像与时间轴围成的面积表示位移, 前 4 s 内甲做匀减速直线运动, 位移大小为 $\frac{10 \times 4}{2} \text{ m} = 20 \text{ m}$, 乙做匀速直线运动, 位移大小为 $4 \times 5 \text{ m} = 20 \text{ m}$, D 正确。

- 14 从题图可以看出, 小汽车刹车失灵前的加速度 $a_1 = -10 \text{ m/s}^2$, 失灵后的加速度 $a_2 = -2.5 \text{ m/s}^2$, 假设能追尾, 追尾时的时间为 t , 则有小汽车刹车失灵前的位移: $x_1 = \frac{1}{2} \times (20 + 30) \times 1 \text{ m} = 25 \text{ m}$, 小汽车刹车失灵后的位移: $x_2 = 20 \text{ m/s} \times (t - 1 \text{ s}) - \frac{1}{2} \times 2.5 \text{ m/s}^2 \times (t - 1 \text{ s})^2$, 大卡车的位移: $x_3 = 10 \text{ m/s} \times t$, 由 $x_1 + x_2 = 30 \text{ m} + x_3$ 得 $t = 7 \text{ s}$ (舍去) 或 $t = 3 \text{ s}$, 所以 A、B 错误, C 正确; 如果刹车不失灵, 则在 $t = 2 \text{ s}$ 时两车速度相同, 这时没有追尾, 以后两车间距会越来越大, 更不会追尾, D 错误。

- 15 速度—时间图像在 t 轴以下的均为反方向运动, 故 2 h 末乙车改变运动方向, A 错误; 2 h 末从图像围成的面积可知乙车运动位移大小为 30 km, 甲车位移为 30 km, 相向运动, 此时两车相距 $70 \text{ km} - 30 \text{ km} - 30 \text{ km} = 10 \text{ km}$, B 正确; 从图像的

斜率看,斜率大加速度大,故乙车加速度在4 h内一直比甲车加速度大,C正确;4 h末,甲车运动位移为120 km,乙车运动位移为30 km,两车原来相距70 km,故此时两车还相距20 km,D错误。

课时2

匀变速直线运动位移和速度之间的关系

→ 正文 P23

答案

- ① A ② B ③ D ④ D ⑤ ABC

- ⑥ 在反应时间内,汽车做匀速运动,行驶的距离为

$$x_1 = vt = \frac{108 \times 10^3}{3600} \times 0.5 \text{ m} = 15 \text{ m},$$

汽车刹车的过程中,车做匀减速直线运动,加速度大小为 $a = 5 \text{ m/s}^2$,

刹车过程中汽车运动的距离为

$$x_2 = \frac{v^2}{2a}, \text{解得 } x_2 = 90 \text{ m},$$

所求距离为 $x = x_1 + x_2 = 15 \text{ m} + 90 \text{ m} = 105 \text{ m}$ 。

- ⑦ (1) 此货车在超载及正常装载情况下,刹车时间之比为

$$t_1 : t_2 = \frac{v_0}{a_1} : \frac{v_0}{a_2} = 2 : 1。$$

(2) 超载时,刹车距离 $x_1 = \frac{v_0^2}{2a_1}$,解得 $x_1 = 22.5 \text{ m}$,

正常装载时,刹车距离 $x_2 = \frac{v_0^2}{2a_2}$,解得 $x_2 = 11.25 \text{ m}$ 。

(3) 货车超载并超速情况下刹车距离 $x_3 = \frac{v^2}{2a_1}$,代入数值得 $x_3 = 40 \text{ m}$,可见,超载超速会给交通安全带来极大的隐患。

- ⑧ (1) 在物体从A运动到B的过程中

$$s_{AB} = \frac{v_B^2 - v_A^2}{2a} = \frac{v_B^2 - (2v_B)^2}{2a} = 0.75 \text{ m};$$

在从B运动到C的过程中 $v_t = v_0 + at$ 即 $0 = v_B + a \times 0.5 \text{ s}$ 。

联立以上两式并代入数据,解得

$$v_B = 1 \text{ m/s}, a = -2 \text{ m/s}^2。$$

$$\text{斜面长度 } L = \frac{v_C^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0^2 - 4^2}{2 \times (-2)} \text{ m} = 4 \text{ m}。$$

$$(2) \text{ 由 } v_B = v_0 + at \text{ 得 } t = \frac{v_B - v_0}{a} = \frac{1 - 4}{-2} \text{ s} = 1.5 \text{ s}。$$

- ⑨ 火车驶过交叉点所用时间 $t = \frac{L_2 + s_2}{v_2}$,解得 $t = 25 \text{ s}$,若汽车

在25 s内的位移为 $s_1 = 175 \text{ m}$,则

$$s_1 = v_1 t - \frac{1}{2} at^2, \text{解得 } a = 0.64 \text{ m/s}^2。$$

此时由 $v = v_1 - at$,解得 $v = -1 \text{ m/s}$,因此汽车已经在25 s前冲过了交叉点,发生了事故,不合题意。

要使汽车安全减速,必须在小于25 s的时间内,汽车的速度减小为零,这样才能使它的位移小于175 m。

由 $v_1^2 = 2as_1$,解得 $a = \frac{9}{14} \text{ m/s}^2$,即汽车减速的加速度至少为 0.643 m/s^2 。

- ⑩ (1) $v_t = 21.6 \text{ km/h} = 6 \text{ m/s}$,事先小汽车未减速的车速均为 $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$,

小汽车进入收费站前做匀减速直线运动,设距离收费站至少 x_1 处开始制动。

由位移—速度公式有 $v_t^2 - v_0^2 = -2a_1 x_1$,解得 $x_1 = 108 \text{ m}$ 。

(2) 小车经过收费站经历匀减速和匀加速两个过程,前后两段的位移分别为 x_1 和 x_2 ,时间分别为 t_1 和 t_2 。

减速阶段: $v_t = v_0 - a_1 t_1$,解得 $t_1 = 6 \text{ s}$,

加速阶段: $v_0 = v_t + a_2 t_2$,解得 $t_2 = 4 \text{ s}$,

则汽车运动的时间至少为 $t = t_1 + t_2 = 10 \text{ s}$ 。

(3) 加速阶段: $v_0^2 - v_t^2 = 2a_2 x_2$,解得 $x_2 = 72 \text{ m}$,

总位移 $x = x_1 + x_2 = 180 \text{ m}$,

若不减速通过收费站,所需时间 $t' = \frac{x_1 + x_2}{v_0}$,解得 $t' =$

6 s,车因减速和加速过站,而耽误的时间至少为 $\Delta t = t - t' = 4 \text{ s}$ 。

- ⑪ (1) 小车加速的时间 $t_1 = \frac{v_m}{a_1} = 5 \text{ s}$,

小车加速过程的位移 $x_1 = \frac{v_m t_1}{2} = 50 \text{ m}$,

小车减速的时间为 $t_2 = \frac{v_m}{a_2} = 4 \text{ s}$,

小车减速过程的位移为 $x_2 = \frac{v_m t_2}{2} = 40 \text{ m}$,

则匀速运动的位移 $x_3 = s_1 - x_1 - x_2 = 60 \text{ m} > 0$,说明汽车有一段匀速运动过程,匀速运动的时间为 $t_3 = \frac{x_3}{v_m} = 3 \text{ s}$,

小车运动的最短时间 $t_{\min} = t_1 + t_2 + t_3 = 12 \text{ s}$ 。(2) 因为 $s_2 = 72 \text{ m} < x_1 + x_2 = 90 \text{ m}$,说明小车最大速度 v 小于 v_m ,

$$\frac{v^2}{2a_1} + \frac{v^2}{2a_2} = s_2, \text{代入数值得 } v = 8\sqrt{5} \text{ m/s},$$

$$\text{小车运动的最短时间为 } t = \frac{2s_2}{v} = \frac{18\sqrt{5}}{5} \text{ s}。$$

- ⑫ 设B车刹车过程的加速度大小为 a_B ,

由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$,代入数值 $0^2 - 30^2 = 2(-a_B) \cdot 180$,解得 $a_B = 2.5 \text{ m/s}^2$,

设经过时间 t 两车相撞,则有 $v_B t - \frac{1}{2} a_B t^2 = x_0 + v_A t$,

$$\text{即 } 30t - \frac{1}{2} \times 2.5t^2 = 85 + 10t, \text{整理得 } t^2 - 16t + 68 = 0,$$

由 $\Delta = 16^2 - 4 \times 68 < 0$ 可知 t 无实数解,

即两车不会相撞,速度相等时两车相距最近,此时 $v_A = v_B - a_B t_1$,代入数据得 $t_1 = 8 \text{ s}$,

此过程中 $x_B = v_B t_1 - \frac{1}{2} a_B t_1^2 = 160 \text{ m}$, $x_A = v_A t_1 = 80 \text{ m}$,

两车的最近距离 $\Delta x = x_0 + x_A - x_B = 5 \text{ m}$ 。

解析

- 1 如果以最大刹车加速度刹车,那么由 $v = \sqrt{2as}$ 可求得,刹车时的速度为 $30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$,所以该车超速行驶,A 正确。
- 2 飞机在滑行过程中,做匀加速直线运动,根据速度与位移的关系 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 解决问题。由题知, $v = 50 \text{ m/s}$, $a = 6 \text{ m/s}^2$, $x = 200 \text{ m}$,根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得借助弹射系统飞机获得的最小初速度 $v_0 = \sqrt{v^2 - 2ax} = \sqrt{50^2 - 2 \times 6 \times 200} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$ 。故选项 B 正确。
- 3 从开始运动到 midpoint 处有 $v_{\frac{x}{2}}^2 = 2ax$,从开始到底端有 $2a \cdot 2x = v^2$,得 $v = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$,知 D 正确。
- 4 列车过桥梁时不能视为质点,由 $x - v$ 关系知 $v_2^2 - v_1^2 = 2a \cdot 3L$,列车全身通过桥梁过程有 $v^2 - v_1^2 = 2a \cdot 4L$,联立解得 $v = \sqrt{\frac{4v_2^2 - v_1^2}{3}}$,D 正确。
- 5 设物体的初速度为 v_0 、末速度为 v_t ,则 $v_1^2 - v_0^2 = v_t^2 - v_1^2 = 2a \cdot \frac{x}{2}$,所以在中间位置的速度为 $v_1 = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$;物体做匀变速直线运动时中间时刻的速度等于这段时间内的平均速度,即 $v_2 = \frac{v_0 + v_t}{2}$,整理有 $v_1^2 - v_2^2 = \frac{(v_0 - v_t)^2}{4} \geq 0$,匀变速直线运动时 $v_1 \geq v_2$,匀速直线运动的过程中, $v_1 = v_2$ 。

第3节 实验中的误差和有效数字 → 正文 P25

答案

- 1 ACD 2 BD 3 CD 4 AD
- 5 BCD
- 6 测量值 246.4 mm 比测量值 40.1 mm 精度高。
乒乓球测量的相对误差 $\delta_1 = \frac{40.1 - 40.0}{40.0} \times 100\% = 0.25\%$,
篮球测量的相对误差 $\delta_2 = \frac{246.4 - 246.0}{246.0} \times 100\% = 0.16\%$,
因为 $\delta_2 < \delta_1$,知篮球测量值的精确度高些。
- 7 (1)BC (2)13.2 图像略
- 8 C 9 4.70 三 10 19.0
- 11 乙球碰撞前的速度 $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} = \frac{0.0200 \text{ m}}{5.00 \times 10^{-3} \text{ s}} = 4.00 \text{ m/s}$,
乙球碰撞后的速度 $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} = \frac{0.0200 \text{ m}}{5.40 \times 10^{-3} \text{ s}} = 3.70 \text{ m/s}$,
小球碰撞的恢复系数 $e = \frac{v_2}{v_1} = 0.925$ 。

解析

- 1 绝对误差只能说明测量值与真实值间的偏离程度,并不能说明测量值是否可靠,测量时,若绝对误差相同,测量值数值越大,相对误差就越小,测量的结果可靠性就越高,知 A、C 正确,B 错误;相对误差的定义为 $\delta = \frac{\text{测量值} - \text{真实值}}{\text{真实值}} \times 100\%$,

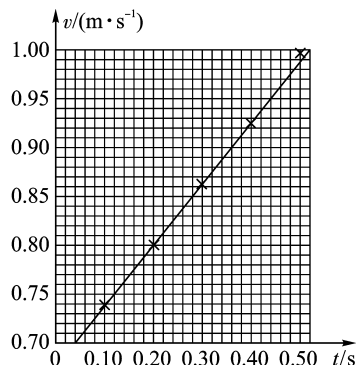
知 D 正确。

- 2 系统误差在测量中,可能偏大,也可能偏小,具有随机性,而系统误差与实验原理或测量工具的原理有关,测量时要么总是偏大,要么就总是偏小,知选项 B、D 正确,选项 A、C 错误。
- 3 刻度尺的精确度越高,测量时的相对误差越小,但不可能避免偶然误差,知 A 错误;因为热胀冷缩,尺子冬天缩短,夏天变长引起的误差是系统误差,知 B 错误;通过多次测量,取平均值是减小偶然误差的常用方法,知 C 正确;刻度尺上刻度线不均匀造成的误差属于系统误差,知 D 正确。
- 4 正确的读数位置应该是 A,视线应与凹面平齐,B 和 C 都是错误的读数方法,测得的数据是错误的,谈不上误差,知 A、D 正确。
- 5 读数时,对最后一位进行估读,读数具有随机性,与人的视角有关,引起的是偶然误差,A 错误;弹簧测力计上的刻度不均匀属于仪器制造时引起的误差,属于系统误差,B 正确;光电门测速是利用平均速度表示瞬时速度,和遮光片的宽度有关,属于系统误差,C 正确;弹簧测力计没有校零,读数总是偏大或偏小,属于系统误差,D 正确。
- 7 (1)不能用折线将所有数据连接起来,A 错误;数据均匀分布在直线或曲线两侧,使正负误差相互抵消,能减小偶然误差,B 正确;偏离图线太远,说明数据出错了,知 C 正确。
(2)13.2 偏离了正常值,应是数据错误。图像略。
- 8 有效数字是指从一个数的左边第一个非零数字起,到末位数字止的所有数字,值得说明的是最后的“0”仍属于有效数字,是有物理意义的,知 C 正确。
- 9 由题图知,最后一位数要进行估读,记为 4.70 cm ,有效数字为三位。
- 10 左边起点读数为 108.0 mm ,右侧边界读数为 127.0 mm ,小球的直径为 $D = 127.0 \text{ mm} - 108.0 \text{ mm} = 19.0 \text{ mm}$ 。

第4节 科学测量：做直线运动物体的瞬时速度 → 正文 P27

答案

- 1 ABC 2 BD 3 C
- 4 0.800 0.400
- 5 (1)速度 看图线是否是一条直线,若是,则小车做匀变速直线运动,否则,小车做非匀变速直线运动 (2)0.63
- 6 (1)0.864 0.928 (2)如图所示。 (3)0.64

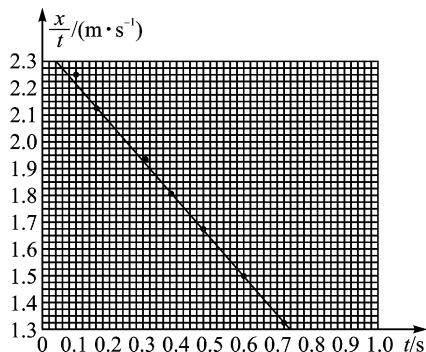


第6题图

7 (1) D (2) $\frac{\left(\frac{d}{t}\right)^2}{2L}$

8 4.30

9 (1) 如图所示。 (2) 3.0



第9题图

解析

- 振针太高打点时不清晰,振针太低会形成拖尾现象,振片松动打点不稳定,打点计时器使用完后,要立即断开电源,避免线圈发热,故A、B、C正确;打点计时器使用的是交流电源,故D错误。
- 应先接通电源,使打点稳定后,才能释放纸带,A错误;打点清晰表明阻力小,打点稳定,B正确;电火花打点计时器,是利用高压放电,使墨粉熔化在纸上留下墨迹,C错误;因打点时纸带与限位孔之间有摩擦,必须平衡摩擦,D正确。
- 方法A偶然误差较大,方法D偶然误差也较大,只有C画出的 $v-t$ 图像充分利用各次数据,减小了偶然误差,而B找 $v-t$ 图像的倾角 $\tan \alpha$ 是不妥的,因为横纵坐标的物理意义不同,不像数学中的纯数坐标,角度没有意义。
- 两计数点间的时间间隔 $T=5 \times 0.02 \text{ s}=0.1 \text{ s}$,利用分组逐差法有

$$a = \frac{s_6 + s_5 + s_4 - s_3 - s_2 - s_1}{9T^2} = \frac{(7.64 + 6.78 + 5.97 - 5.19 - 4.41 - 3.59) \times 10^{-2}}{9 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 0.800 \text{ m/s}^2$$

打点计时器在打B点时,小车的速度 $v_B = \frac{s_1 + s_2}{2T} = 0.400 \text{ m/s}$ 。

- (1) 做匀变速直线运动的物体,在一段时间内,中间时刻的速度等于其平均速度,即 $v_{\frac{t}{2}} = \bar{v} = \frac{x}{t}$,第一段纸的长度记为 x ,则其平均速度 $\bar{v} = \frac{x}{T}$ 表示对应中间时刻的瞬时速度,坐标 y 轴表示速度值即 $v = \frac{x}{T}$,单位是 10^{-2} m/s ,图线是一条倾斜直线,说明物体做匀加速直线运动。

$$(2) a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(10.20 + 9.57 + 8.94 - 8.31 - 7.68 - 7.05) \times 10^{-2}}{9 \times 0.1^2} \text{ m/s}^2 = 0.63 \text{ m/s}^2$$

- (1) 两计数点间的时间间隔 $T=5 \times 0.02 \text{ s}=0.1 \text{ s}$ 。根据匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度得 $v_D = \frac{s_3 + s_4}{2T} = 0.864 \text{ m/s}$,同理可得 $v_E = 0.928 \text{ m/s}$ 。
(2) 按表中数据画出小车的速度—时间关系图线。
(3) 在 $v-t$ 图像中,图线的斜率表示加速度的大小,则 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0.64 \text{ m/s}^2$ 。
- (1) 从理论上来说,根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,当 Δx_0 和 Δt_0 趋向于0时平均速度近似等于瞬时速度,但是在实验中, Δx 和 Δt 必须是位于测量仪器能够测量的精度范围内,故D正确,A、B、C错误。
(2) 小车过光电门时的速度 $v = \frac{d}{t}$,根据位移—速度公式有

$$v^2 = 2aL, \text{ 知 } a = \frac{\left(\frac{d}{t}\right)^2}{2L}$$

- 根据匀变速直线运动相邻相等时间内的位移之差相等和逐差法可知,物块的加速度为 $a = \frac{(x_4 + x_3) - (x_2 + x_1)}{4} f^2 \approx 4.30 \text{ m/s}^2$ 。
- (1) 根据所给数据描点并连线。
(2) 由 $\frac{x}{t} = v_0 - \frac{1}{2}at$ 可知, $\frac{x}{t}-t$ 图像中图线的斜率绝对值为 $\frac{1}{2}a = 1.5 \text{ m/s}^2$,解得 $a = 3.0 \text{ m/s}^2$ 。

第5节 自由落体运动

课时1 自由落体运动

→ 正文 P29

答案

- BC
- CD
- B
- BD
- (1) BCD (2) 9.69
- 1.165 $vt - \frac{1}{2}gt^2$ $2k$
- ABD
- (1) C (2) 74(72~76均正确) 不变 减小
(3) C (4) C
- C

解析

- 未抽气时,因为金属片和羽毛都受空气阻力,而羽毛自身重力与阻力相当,其下落较慢,故B正确;没有空气阻力时,两物体下落的加速度相同,都是重力加速度,它们下落得一样快,故C正确。

- ② 当物体受到阻力时,物体下落的加速度取决于自身重力与其受到阻力的大小,自重比阻力大得越多,物体下落得越快,故C、D正确。
- ③ 地球上不同位置的重力加速度大小不一样, g 值反映了地球对物体吸引的本领,是由地球自身决定的,与下落物体无关,在同一位置的 g 值是相同的,故B正确,A、C错误。赤道处的 g 值比两极的 g 值小,故D错误。
- ④ 自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动,B、D正确。
- ⑤ (1)分析图片中数据知,小球相邻的位置之间的距离分别为 $x_1=2.4\text{ cm}$ 、 $x_2=3.9\text{ cm}$ 、 $x_3=5.4\text{ cm}$ 、 $x_4=7.1\text{ cm}$,方法A偶然误差较大,A错误; $x_2-x_1\approx x_3-x_2\approx x_4-x_3\approx 1.5\text{ cm}$,说明自由落体运动是匀加速直线运动,能用匀变速直线运动的规律进行处理,知B、C、D正确。
- (2)利用分组逐差法得 $g=\frac{x_4+x_3-x_2-x_1}{4T^2}$,代入数值得 $g\approx 9.69\text{ m/s}^2$ 。
- ⑥ (1)游标卡尺读数为整数+精度×格数(以毫米为单位)。
- (2)从光电门1到2的过程中,用逆向思维的方法列出位移表达式为 $h=vt+\frac{1}{2}(-g)t^2=vt-\frac{1}{2}gt^2$ 。
- (3)由(2)可推导出 $\frac{h}{t}-t$ 之间的函数关系为 $\frac{h}{t}=v-\frac{1}{2}gt$,可知 $k=\frac{1}{2}g$,所以 $g=2k$ 。
- ⑦ 由物理学史知A正确;伽利略认为自然界的规律是最简单的,并通过数学运算推导出 $x\propto t^2$ 是符合简单原则的,得出小球做匀加速直线运动,B正确;伽利略时期牛顿运动定律还没有建立,C错误;伽利略合理外推,认为自由落体运动是匀加速直线运动,D正确。
- ⑧ (1)关于初速度为零的匀变速直线运动,位移与时间的二次方成正比,由于水是均匀稳定地流出,水的体积和时间成正比,所以量筒中收集的水量可以间接地表示时间,故C正确。
- (2)因为水是均匀流出的,流出水的体积与时间成正比,即 $V=kt$,故可以用流出水的体积表示时间,故第三组水量约为74 mL。当角度不变时,物体下滑的加速度不变,物体下滑的时间不变,知水量不变;当角度增大时,物体下滑的加速度增大,下滑的时间变短,水量减小。
- (3)本实验误差的主要来源有:水从水箱中流出不够稳定,还可能来源于距离测量的不准确,滑块开始下滑和开始流水不同步,选用了内径较大的量筒。
- (4)伽利略在本实验中的科学研究方法核心是把实验研究与逻辑推理联系起来。
- ⑨ 伽利略先是对亚里士多德的观点提出质疑,利用大、小物体捆在一起应下落得更快,得出矛盾的结论;猜想——下落物体的运动是一种简单运动;数学推理——如果 $v\propto t$,则 $x\propto t^2$;实验验证——设计实验;最后合理外推,抓住关键得出规律和结论。C正确。

课时2 自由落体运动实例分析

→ 正文 P31

答案

- ① (1)直尺下降的时间即为自由落体运动的时间,设为 t 。根据 $x=\frac{1}{2}gt^2$ 可得, $t=\sqrt{\frac{2x}{g}}$,即乙同学的反应时间为 $\sqrt{\frac{2x}{g}}$ 。
- (2)测量的反应时间范围为 $0\sim 0.4\text{ s}$,则所用直尺的最小长度至少为自由落体下降 0.4 s 的位移的大小,即 $h=\frac{1}{2}gt^2=\frac{1}{2}\times 10\times 0.4^2\text{ m}=0.8\text{ m}=80\text{ cm}$ 。故所用直尺的长度至少为80 cm。
- (3)根据 $t=\sqrt{\frac{2x}{g}}$ 可知, t 与 x 不是正比例关系,所以每个时间间隔在直尺上对应的长度不是均匀的。
- ② 设屋檐离地面高为 h ,滴水的时间间隔为 T ,由 $h=\frac{gt^2}{2}$ 得第2滴水的位移为 $h_2=\frac{g(3T)^2}{2}$,第3滴水的位移为 $h_3=\frac{g(2T)^2}{2}$,且 $h_2-h_3=1\text{ m}$,联立得 $T=0.2\text{ s}$,则屋檐高 $h=\frac{g(4T)^2}{2}=3.2\text{ m}$ 。
- ③ C ④ C ⑤ D ⑥ B ⑦ A
- ⑧ 可行。从下方的球落地到上方的球落地的时间 Δt 内,上方球的平均速度为 $v=\frac{L}{\Delta t}$,则上方球落地速度为 $v_m=v+g\cdot\frac{\Delta t}{2}$,楼的高度 $H=\frac{v_m^2}{2g}=\frac{\left(\frac{L}{\Delta t}+g\cdot\frac{\Delta t}{2}\right)^2}{2g}$,代入数据得 $H=36.45\text{ m}$ 。
- ⑨ (1)设伞兵展伞时,离地面的高度至少为 h ,此时速度为 v_0 。匀减速下降过程中, $v^2-v_0^2=-2ah$,自由下落过程中, $v_0^2=2g(H-h)$,联立解得 $h=99\text{ m}$, $v_0=50\text{ m/s}$ 。设以 5 m/s 的速度落地相当于从高 h_1 处自由落下,即 $2gh_1=v^2$,所以 $h_1=1.25\text{ m}$ 。
- (2)设伞兵在空中的最短时间为 t ,则有 $v_0=gt_1$,解得 $t_1=5\text{ s}$, $v_0-v=at_2$,代入数值得 $t_2=3.6\text{ s}$ 。故所求时间 $t=t_1+t_2=5\text{ s}+3.6\text{ s}=8.6\text{ s}$ 。
- ⑩ B ⑪ C ⑫ C
- ⑬ 方法一:分段法
设绳子断裂后重物要继续上升的时间为 t_1 ,上升的高度为 h_1 。
时间 $t_1=\frac{v_0}{g}=1\text{ s}$,高度 $h_1=\frac{v_0^2}{2g}=5\text{ m}$ 。
故重物离地面的最大高度为 $H=h_1+h=180\text{ m}$ 。

设重物从最高处自由下落到落地的时间为 t_2 , 落地速度为 v 。时间 $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 6 \text{ s}$, 速度 $v = gt_2 = 60 \text{ m/s}$ 。

所以从绳子突然断裂到重物落地共需时间

$$t = t_1 + t_2 = 7 \text{ s}。$$

方法二: 全程法

从绳子断裂开始计时, 经时间 t 后重物落到地面, 规定初速度方向为正方向, 则重物在时间 t 内的位移 $h' = -175 \text{ m}$ 。

$$\text{由位移公式有 } h' = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2,$$

$$\text{即 } -175 = 10t - \frac{1}{2} \times 10 t^2 = 10t - 5t^2,$$

$$\text{化简得 } t^2 - 2t - 35 = 0。$$

$$\text{解得 } t_1 = 7 \text{ s}, t_2 = -5 \text{ s (舍去)}。$$

$$\text{所以重物落地速度为 } v = v_0 - gt = 10 \text{ m/s} - 10 \times 7 \text{ m/s} = -60 \text{ m/s}。$$

其中负号表示方向向下, 与初速度方向相反。

- 14 (1) 被人接住前 1 s 内物体的位移是 4 m, 由于自由落体的物体第 1 s 内的位移 $h_1 = \frac{1}{2} g t^2 = 5 \text{ m}$ 。

故分析可知一定是在物体通过最高点后返回过程中被接住, 设接住前 1 s 的初速度为 v_1 , 则 $h = v_1 t - \frac{1}{2} g t^2$, 解

$$\text{得 } v_1 = 9 \text{ m/s}。 t_1 = \frac{v_0 - v_1}{g} = \frac{11 - 9}{10} \text{ s} = 0.2 \text{ s}。$$

则物体从抛出到被人接住所经历的时间 $t_{\text{总}} = t_1 + 1 \text{ s} = 1.2 \text{ s}$ 。

$$(2) \text{ 井的深度 } H = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = 11 \times 1.2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10 \times 1.2^2 \text{ m} = 6 \text{ m}。$$

解析

- 3 由题意知空降兵从高台跳下, 着地时的速度应为 6 m/s , 才能模拟匀速落地的情况, 由位移—速度关系知 $v^2 = 2gh$, $h = 1.8 \text{ m}$, C 正确。
- 4 $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $a = g = 10 \text{ m/s}^2$, $h = 10 \text{ m}$, 由 $h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$, 代入数据得扣子下落的时间为 $t = 1 \text{ s}$ ($t = -2 \text{ s}$ 舍去)。跳伞运动员下落的时间 $t' = \frac{h}{v_0} = 2 \text{ s}$, 故跳伞运动员比扣子晚着陆的时间为 $t' - t = 1 \text{ s}$ 。
- 5 A 球下落高度为 $h_A = \frac{1}{2} g t^2$, B 球下落高度为 $h_B = \frac{1}{2} g \left(\frac{t}{2} \right)^2 = \frac{1}{8} g t^2$, 当 B 球开始下落的瞬间, A、B 两球的高度差为 $\Delta h = h_A - \frac{1}{2} \times g \times \left(\frac{t}{2} \right)^2 - h_B = \frac{1}{4} g t^2$, D 正确。
- 6 井不深, 声波速度又较大, 故可以忽略声波传播时间。石头在井中的下落过程可看成自由落体运动。由 $h = \frac{1}{2} g t^2$ 可得当 $t = 2 \text{ s}$ 时 $h = 20 \text{ m}$, B 正确。

7 设小球上升的最大高度为 h , 则有 $h = \frac{1}{2} g \left(\frac{T_2}{2} \right)^2$, $h - H = \frac{1}{2} g \left(\frac{T_1}{2} \right)^2$, 联立解得 $g = \frac{8H}{T_2^2 - T_1^2}$ 。

- 10 将竖直上抛运动倒过来当作自由落体运动, 人的重心视为在人体中心, 跳高时人重心上移 $h = 0.9 \text{ m}$, 由 $v^2 = 2gh$ 知, $v = 4.2 \text{ m/s}$, B 正确。

- 11 5 s 内物体先竖直上升后竖直下落, $t_1 = \frac{v_0}{g} = 3 \text{ s}$, 此时物体上升到最高点, 高度 $h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 = 45 \text{ m}$, 此后物体竖直下落, 再经 2 s 物体的速度大小为 20 m/s , 方向竖直向下, 下降高度 $h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 = 20 \text{ m}$, 所以 5 s 内物体的路程为 65 m, 位移大小为 25 m, 方向向上, 速度变化量的大小为 50 m/s , 平均速度大小 $\bar{v} = \frac{25}{5} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$, 方向向上, 只有选项 C 说法错误。

- 12 由图像分析可知, 运动员在空中的时间为 2 s, 根据竖直上抛运动的时间对称性, $t_{\text{上}} = 1 \text{ s}$, 上升高度 $h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{ m} = 5 \text{ m}$ 。

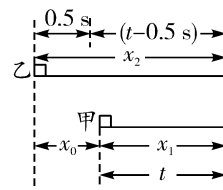
微专题 1 运动图像 追及问题

→ 正文 P33

答案

- 1 C 2 C 3 B 4 B 5 B
6 C 7 D 8 AC 9 D 10 BD

- 11 (1) 设甲刹车经过时间 t ($t > \Delta t = 0.5 \text{ s}$) 其速度为 $v_1 = v_0 - a_1 t$, 乙车速度为 $v_2 = v_0 - a_2 (t - \Delta t)$, 且 $v_1 = v_2$ 。联立以上各式可得 $t = 2 \text{ s}$ 。



第 11 题图

(2) 甲、乙两车的运动情景如图所示。

两车不相碰的临界条件是速度相等且位置相同, 因此有 $v_1 = v_2$, $x_1 + x_0 = x_2$,

$$\text{甲车位移为 } x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2,$$

$$\text{乙车位移为 } x_2 = v_0 \Delta t + v_0 (t - \Delta t) - \frac{1}{2} a_2 (t - \Delta t)^2, \text{ 其中 } x_0 \text{ 为两车不相碰应该保持的最小距离, 联立可得 } x_0 = 1.5 \text{ m}。$$

- 12 解析: 设经过时间 t 两车相距 s_0 , 由运动学规律有:

$$A \text{ 车的位移 } s_A = \frac{1}{2} a t^2, B \text{ 车的位移 } s_B = v_0 t,$$

$$\text{由几何关系有: } (s_B + s - s_A)^2 + d^2 = s_0^2, \text{ 联立解得: } t^2 - 6t - 3 = \pm 8,$$

$$\text{解得 } t_1 = 1 \text{ s}, t_2 = 5 \text{ s}, t_3 = 2\sqrt{5} + 3 (\text{s}), [t_4 = -2\sqrt{5} + 3 (\text{s}) \text{ 舍去}]$$

显然, 两车通信的时间段分别为 $0 \sim t_1, t_2 \sim t_3$,

$$\text{所以通讯的时间为 } \Delta t = t_1 + t_3 - t_2 = 2\sqrt{5} - 1 (\text{s})。$$

- 13 (1) 设货车车头、车尾到达交叉点的时间分别为 t_1 和 t_2 ,

$$t_1 = \frac{L_0}{v} = 1 \text{ s}, t_2 = \frac{L_0 + L}{v} = 1.5 \text{ s},$$

设摩托车到达停止线所花的时间为 t ,

$$L_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \text{ 代入数值解得 } t = 1.1 \text{ s},$$

比较知 $t_1 < t < t_2$, 摩托车会撞上货车。

(2) 若摩托车做匀减速运动, 货车车尾过 O 点, 摩托车刚好到达 O 点, 设其加速度为 a_1 ,

$$L_0 = v_0 t_2 - \frac{1}{2} a_1 t_2^2, \text{ 解得 } a_1 = 0.89 \text{ m/s}^2,$$

若摩托车做匀加速度运动, 摩托车过 O 点时, 货车刚好到 O 点, 设其加速度为 a_2 ,

$$L_0 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_2 t_1^2, \text{ 解得 } a_2 = 12 \text{ m/s}^2,$$

综上所述, 知摩托车做减速运动时, 加速度应大于 0.89 m/s^2 , 摩托车做加速度运动时, 加速度应大于 12 m/s^2 。

解析

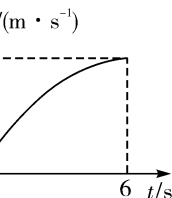
- 1 从题图可知, 下落的最大速度为 5 m/s , 弹起的初速度为 3 m/s ; 弹起的最大高度为横轴下面三角形的面积, 即为 0.45 m , 斜率反映物体加速度的大小和方向, 小球下落和上升过程中的加速度相等, 大小为 10 m/s^2 , 方向竖直向下, 知 C 正确。

- 2 $x-t$ 图像中倾斜的直线表示物体做匀速直线运动。则知 a 、 b 两物体都做匀速直线运动, 由图看出 a 、 b 两图线的斜率大小相等, 正负相反, 说明两物体的速度大小相等、方向相反, A、B 项均错误; a 物体沿正方向运动, b 物体沿负方向运动, 则在 $0 \sim 5 \text{ s}$ 时间内当 $t = 5 \text{ s}$ 时, a 、 b 两个物体相距最远, 故 C 项正确。根据匀加速运动位移公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 可知, $x-t$ 图像是抛物线, 所以物体 c 一定做匀加速运动, D 项错误。

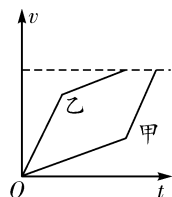
- 3 $a-t$ 图像与 t 轴所围面积为物体速度变化量, 则 $t = 6 \text{ s}$ 时, 物体的速度 $v = 18 + \Delta v = \frac{1}{2} \times 6 \times 6 \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$, B 正确, A 错误; 因物体加速度越来越小, 其 $v-t$ 图像如图所示, 可知平均速度大于 9 m/s , 位移大于 54 m , 故 C、D 错误。

- 4 设第二个小球抛出后经 t 时间与第一个小球相遇, 根据位移相等有 $v_0(t+2\text{ s}) - \frac{1}{2} g(t+2\text{ s})^2 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$, 解得 $t = 1 \text{ s}$, 代入位移公式 $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$, 解得 $h = 15 \text{ m}$ 。

- 5 设甲在中点 B 的速度为 v , 在点 C 的速度为 v_1 , $AB = BC = x$, 则 $v^2 - 0 = 2a_1 x$, $v_1^2 - v^2 = 2a_2 x$, 解得 $v_1^2 = 2a_1 x + 2a_2 x$ 。同理可知, 对乙亦有 $v_1^2 = 2a_1 x + 2a_2 x$, 故甲、乙末速度大小应相等。作出两个物体的 $v-t$ 图像, 由于两物体在 AB 段、 BC 段加速度大小相等, 两段图线分别平行, 两段位移又分别相等, 由图看出, $t_{\text{甲}} > t_{\text{乙}}$, 选项 B 正确。



第 3 题图



第 5 题图

- 6 $v-t$ 图像的斜率表示加速度, 因此在加速阶段, 物体 a 的加速度小于物体 b 的加速度, A 错误; 20 s 时, 物体 b 开始运动, 在两物体速度达到相等之前, 两物体之间的距离越来越大, 40 s 时两物体相距最远, B 错误; 图像与时间轴围成的面积表示物体的位移, 故 60 s 时, 物体 a 的位移为 2100 m , 而物体 b 的位移为 1600 m , C 正确; 40 s 时, a 、 b 两物体速度相等, 物体 a 的位移为 1300 m , 物体 b 的位移为 400 m , D 错误。
- 7 乙物体的速度一直为正, 说明乙物体一直沿正方向运动, A 项错误; 根据速度—时间图像中图线和时间轴围成的面积表示物体通过的位移, 由图可知, t_2 时刻乙物体还没有追上甲物体, B 项错误; t_2 时刻之前, 甲的速度比乙的速度大, 甲在乙的前方, 两者间距增大, t_2 时刻之后, 甲的速度比乙的速度小, 甲仍在乙的前方, 两者间距减小, 所以 t_2 时刻相距最远, C 项错误; 根据速度—时间图像中图线的斜率表示加速度, 知 $0 \sim t_2$ 时间内, 乙的速度和加速度都是先减小后增大, D 项正确。

- 8 图线的斜率为 0.5 m/s^2 , 纵截距为 0.5 m/s 。由位移公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 两边除以对应运动时间 t 为 $\frac{x}{t} = v_0 + \frac{1}{2} a t$, 可得纵截距的物理意义为物体运动的初速度, 斜率的物理意义为物体加速度的一半 $0.5a$ 。所以物体做初速度为 $v_0 = 0.5 \text{ m/s}$, 加速度大小为 $a = 1 \text{ m/s}^2$ 的匀加速直线运动。

- 9 由 $v-t$ 图像, 通过斜率可计算加速度大小, 加速时 A、B 的加速度大小之比为 $10:1$, 减速时 A、B 的加速度大小之比为 $1:1$, 所以 A 项错误; 由 A、B 运动关系可知, 当 A、B 速度相同时距离最远, 所以 B、C 项错误; 由题意可知 A、B 是从同一位置同时开始运动的, 由速度—时间图像可以算出运动位移, 可知 $6t_0$ 时刻, A、B 位移相同, 因此在此时刻 A、B 相遇, 所以 D 项正确。

- 10 根据题述, 两车在 $t = 3 \text{ s}$ 时并排行驶, 由图线与横轴所围面积表示位移可知, 在 $t = 1 \text{ s}$ 时, 甲车和乙车并排行驶, 选项 A、C 错误; 由图像可知, 在 $t = 1 \text{ s}$ 时甲车速度为 10 m/s , 乙车速度为 15 m/s , $0 \sim 1 \text{ s}$ 时间内, 甲车行驶位移为 $x_1 = 5 \text{ m}$, 乙车行驶位移为 $x_2 = 12.5 \text{ m}$, 所以在 $t = 0$ 时, 甲车在乙车前 7.5 m , 选项 B 正确; 从 $t = 1 \text{ s}$ 到 $t = 3 \text{ s}$, 甲、乙两车两次并排行驶的位置之间沿公路方向的距离为 $x = \frac{1}{2} \times (10 + 30) \times 2 \text{ m} = 40 \text{ m}$, 选项 D 正确。

单元综合

第 2 章 专题 突破专练

→ 正文 P35

答案

- | | | | |
|-------|--------|-------|-------|
| 1 B | 2 C | 3 C | 4 CD |
| 5 BC | 6 A | 7 B | 8 D |
| 9 BD | 10 D | 11 B | 12 B |
| 13 B | 14 ABC | 15 BD | 16 D |
| 17 AB | 18 BCD | 19 BC | 20 CD |

- 21 (1) 根据题图可知, 图线 a 对应质点的速度随位移增大而增大, 图线 b 对应质点的速度随位移增大而减小, 所

以图线 a 表示质点甲的运动。

当 $x=0$ 时,质点乙的速度为 6 m/s ,即质点乙的初速度大小 $v_0=6\text{ m/s}$ 。

(2) 设甲、乙通过 $x=6\text{ m}$ 处时的速度均为 v ,则

对甲有 $v^2=2a_1x$,对乙有 $v^2-v_0^2=-2a_2x$,

联立得 $a_1+a_2=3\text{ m/s}^2$ 。

当甲的速度 $v_1=8\text{ m/s}$ 、乙的速度 $v_2=2\text{ m/s}$ 时,两质点通过相同的位移 x' 。

对甲有 $v_1^2=2a_1x'$,对乙有 $v_2^2-v_0^2=-2a_2x'$,

联立得 $a_1=2a_2$,

解得 $a_1=2\text{ m/s}^2, a_2=1\text{ m/s}^2$ 。

- 22** (1) 设 BC 段飞机做匀速直线运动的速度大小为 v ,运动的时间为 t_2 。在 AB 段飞机做匀加速直线运动的时间为 t_1 ,加速度的大小为 a 。

对 AB 段,由平均速度公式得到: $\frac{v}{2}=\frac{x_{AB}}{t_1}$,对 BC 段,由匀

速直线运动的速度公式可得: $v=\frac{x_{BC}}{t_2}$,

根据飞机 10 时 56 分 40 秒由 A 出发,11 时准时通过 C 位置,则: $t_1+t_2=200\text{ s}$,

代入已知数据,解得: $v=100\text{ m/s}$ 。

(2) 在 AB 段,由运动学公式 $v^2-v_0^2=2ax$ 得:

$$a=\frac{v^2}{2x_{AB}}=1\text{ m/s}^2。$$

- 23** 当物体做匀加速直线运动过程中: $x_1=\frac{1}{2}a_1t^2$,

当加速度由 a_1 改为 a_2 时物体的速度 $v_0=a_1t$ 物体以加速度大小 a_2 做匀减速运动过程: $x_2=v_0t-\frac{1}{2}a_2t^2$,两个过程中位移大小相等,方向相反,有: $x_1=-x_2$,联立解得 $a_1:a_2=1:3$ 。

- 24** 设汽车从 A 运动到 B 的时间为 t ,加速度为 a ,

汽车在 B 点的速度 $v_B=\frac{x_{AC}}{2t}$,

$$x_{BC}=(v_A+at)t+\frac{1}{2}at^2,$$

$$x_{AB}=v_At+\frac{1}{2}at^2, \text{解得加速度 } a=\frac{x_{BC}-x_{AB}}{t^2}。$$

$$x_{OA}=x_{OB}-x_{AB}=\frac{v_B^2}{2a}-x_{AB},$$

消去未知量 v_B 和 a 得: $x_{OA}=11.25\text{ m}$ 。

- 25** 该同学解法不正确。因为摩托车必须在 218 m 的直道上完成变速运动,但按照该同学的解法: $t_1=\frac{v_1}{a_1}=10\text{ s}$,

$$t_2=\frac{v_1-v_2}{a_2}=2.5\text{ s}, \text{总时间 } t=12.5\text{ s}, \text{摩托车的位移 } s=$$

$$\frac{1}{2}v_1t_1+\frac{1}{2}(v_1+v_2)t_2, \text{解得 } s=275\text{ m}, \text{已大于直道长度 } 218\text{ m}。$$

正确解法如下:摩托车在 t_1 内加速到 v_m ,再减速到 v_2 ,总位移为 $s=218\text{ m}$,

$$\text{加速时间 } t_1=\frac{v_m}{a_1}, \text{减速时间 } t_2=\frac{v_m-v_2}{a_2},$$

$$\text{根据位置关系有: } \frac{v_m}{2}t_1+\frac{v_m+v_2}{2}t_2=s,$$

解得 $v_m=36\text{ m/s}<40\text{ m/s}$ 。

则总时间 $t=t_1+t_2=11\text{ s}$ 。

- 26** 设跳蚤起跳的加速度为 a , v 表示离地时的速度。

则对加速过程: $v^2=2ad_1$,

离地后上升过程有: $v^2=2gh_2$ 。

若假想人具有和跳蚤相同的加速度 a ,令 v' 表示在这种假想下人离地时的速度, H 表示与此相应的竖直高度。

则蹬地加速过程: $v'^2=2ad_1$ 。

离地后上升过程有: $v'^2=2gH$ 。

$$\text{由以上各式可得 } H=\frac{h_2d_1}{d_2},$$

代入数值,得 $H=62.5\text{ m}$ 。

- 27** (1) 设连续两次撞击轨道的时间间隔为 Δt ,每根轨道的

长度为 L ,则列车的速度为 $v=\frac{L}{\Delta t}$,

$$\text{其中 } L=25.0\text{ m}, \Delta t=\frac{10.0}{16-1}\text{ s}=\frac{2}{3}\text{ s}, \text{解得 } v=37.5\text{ m/s}。$$

(2) 设从货车开始运动后 $t=20.0\text{ s}$ 内列车行驶的距离为 s_1 ,货车行驶的距离为 s_2 ,货车的加速度为 a 。

30 节货车车厢的总长度为 $x=30\times 16.0\text{ m}=480\text{ m}$ 。

$$\text{由运动学公式有: } s_1=vt, s_2=\frac{1}{2}at^2,$$

由位置关系有: $x=s_1-s_2$,解得 $a=1.35\text{ m/s}^2$ 。

- 28** (1) 对甲车,速度由 20 m/s 减至 6 m/s 过程中的位移

$$x_1=\frac{v_{\text{甲}}^2-v_0^2}{2a_{\text{甲}}}=91\text{ m}, \text{则有: } x_2=x_0+x_1=100\text{ m}。$$

(2) 设甲刹车后经时间 t ,甲、乙两车速度相同,

由运动学公式得: $v_{\text{乙}}-a_{\text{乙}}(t-t_0)=v_{\text{甲}}-a_{\text{甲}}t$,解得 $t=8\text{ s}$ 。相同速度 $v=v_{\text{甲}}-a_{\text{甲}}t=4\text{ m/s}<6\text{ m/s}$,即 $v=6\text{ m/s}$ 的共同速度为不相撞的临界条件。

乙车从 34 m/s 减速至 6 m/s 的过程中的位移为

$$x_3=v_{\text{乙}}t_0+\frac{v_{\text{乙}}^2-v_0^2}{2a_{\text{乙}}}=157\text{ m}。$$

所以要满足条件,甲、乙两车的距离至少为 $x=x_3-x_1=66\text{ m}$ 。

- 29** (1) 已知足球的初速度为 $v_1=12\text{ m/s}$,加速度大小为:

$$a=2\text{ m/s}^2, \text{足球做匀减速运动的时间为: } t_1=\frac{v_1}{a_1}=6\text{ s}, \text{运}$$

$$\text{动位移为: } x_1=\frac{v_1}{2}t_1=36\text{ m}。$$

(2) 已知前锋队员的加速度为 $a_2=2\text{ m/s}^2$,最大速度为 $v_2=8\text{ m/s}$,前锋队员做匀加速运动达到最大速度的时间和位移分别为: $t_2=\frac{v_2}{a_2}=4\text{ s}, x_2=\frac{v_2}{2}t_2=16\text{ m}$ 。

之后前锋队员做匀速直线运动,到足球停止运动时,其位移为: $x_3=v_2(t_1-t_2)=16\text{ m}$ 。

由于 $x_2+x_3<x_1$,故足球停止运动时,前锋队员没有追上足球,然后前锋队员继续以最大速度匀速运动追赶足球,由匀速运动公式得 $x_1-(x_2+x_3)=v_2t_3$,代入数据解得: $t_3=0.5\text{ s}$ 。

前锋队员追上足球的时间 $t=t_1+t_3=6.5\text{ s}$ 。

- 30** (1) 减速过程,设经时间 t 相遇,甲和乙的加速度大小分

别为 a_1, a_2 ,位移分别为 x_1, x_2 ,

则有: $x_1 = v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$, $x_2 = v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2$, $x_1 = x_2 + L$,

联立解得: $t_1 = 2 \text{ s}$, $t_2 = 6 \text{ s}$ 。

即在甲车减速时,相遇两次,第一次相遇的时间为 $t_1 = 2 \text{ s}$ 。

(2) 当 $t_2 = 6 \text{ s}$ 时,甲车的速度为 $v'_1 = v_1 - a_1 t_2 = 4 \text{ m/s}$,乙车的速度为 $v'_2 = v_2 - a_2 t_2 = 6 \text{ m/s}$,

甲车的速度小于乙车的速度,但乙车做减速运动,设再经

Δt 甲追上乙,有: $v'_1 \Delta t = v'_2 \Delta t - \frac{1}{2} a_2 \Delta t^2$,解得: $\Delta t = 4 \text{ s}$

($\Delta t = 0$ 舍去)。

此时乙仍在做减速运动,此解成立。

综合以上分析可知,甲、乙两车共相遇 3 次。

(3) 设第一次速度相等的时刻为 t_3 。

$v_1 - a_1 t_3 = v_2 - a_2 t_3$,解得: $t_3 = 4 \text{ s}$,

甲车匀速运动的速度为 4 m/s ,设第二次速度相等的时刻为 t_4 ,有: $v'_1 = v_2 - a_2 t_4$,解得: $t_4 = 8 \text{ s}$ 。

解析

- ① 可利用运动的相对性,以列车为参考系,观察者从 A 点反方向做匀加速直线运动,设每节车厢长为 L ,观察者通过第一节车厢 $L = \frac{1}{2} a t_1^2$,通过前两节车厢 $2L = \frac{1}{2} a t^2$,通过第二节车厢所需时间 $t_2 = t - t_1$,由以上式子可解得 $t_2 = (\sqrt{2} - 1) t_1$,B 正确。

- ② 本题应用逆向思维求解,即运动员的竖直上抛运动可等同于从一定高度处开始的自由落体运动,所以第四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间

为 $t_2 = \sqrt{\frac{2 \times \frac{H}{4}}{g}}$,第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}} - \sqrt{\frac{2 \times \frac{3}{4} H}{g}}$,因此有 $\frac{t_2}{t_1} = \frac{1}{2 - \sqrt{3}} = 2 + \sqrt{3}$,即 $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$,选项 C 正确。

关键一步: 本题情境为运动员做竖直上抛运动,如果考生直接计算,计算过程会相当复杂。如果考生用逆向思维,将竖直上抛运动等效为逆向的自由落体运动,则计算过程会变得简单很多。

- ③ 考查匀变速直线运动规律。匀变速直线运动的中间时刻的瞬时速度等于该段的平均速度,根据第 3 s 内的位移为 5 m,则 2.5 s 时刻的瞬时速度为 $v = 5 \text{ m/s}$,2.5 s 时刻即为前 5 s 的中间时刻,因此前 5 s 内的位移为 $s = vt = 5 \text{ m/s} \times 5 \text{ s} = 25 \text{ m}$,C 项正确;由于无法确定物体在零时刻的速度以及匀变速运动的加速度,故 A、B、D 项均错误。
- ④ 根据题意可知,滑块做末速度为零的匀减速直线运动,其逆运动是初速度为零的匀加速直线运动,设其运动的总时间为 t ,加速度为 a ,设逆运动最初 2 s 内位移为 x_1 ,最后 2 s 内位移为 x_2 ,由运动学公式有 $x_1 = \frac{1}{2} a \times (2 \text{ s})^2$; $x_2 = \frac{1}{2} a t^2 -$

$\frac{1}{2} a (t - 2 \text{ s})^2$; 且 $x_2 = 2x_1$; $2.5 \text{ m} = \frac{1}{2} a t^2 - \frac{1}{2} a (t - 1 \text{ s})^2$,联

立解得 $t = 3 \text{ s}$, $a = 1 \text{ m/s}^2$,故总位移 $x = \frac{1}{2} a t^2 = 4.5 \text{ m}$,正确选项为 C、D。

- ⑤ 由题意知初始阶段火箭做初速度为零的匀加速直线运动,火箭高为 58 m,发射用时 $t = 4.3 \text{ s}$,设其加速度为 a ,则 $x = \frac{1}{2} a t^2$, $a = \frac{2x}{t^2} = 6.3 \text{ m/s}^2$,设火箭末端通过 A 点时速度为 v ,则 $v^2 = 2ax$, $v = \sqrt{2ax} = \sqrt{2 \times 6.3 \times 58} \text{ m/s} = 27 \text{ m/s}$ 。

- ⑥ 采用逆向思维,车的运动可以看作初速度为零的匀加速直线运动,由 $x = \frac{v}{2} t$,解得 $t = 4 \text{ s}$,A 正确,B 错误;根据 $v^2 = 2ax$,可得 $a = 2.5 \text{ m/s}^2$,C、D 错误。

- ⑦ 利用“逆向思维法”,把物体的运动看成逆向的初速度为零的匀加速直线运动,则匀减速直线运动的物体在相等时间内的位移之比为 $7 : 5 : 3 : 1$,所以 $\frac{7}{1} = \frac{14 \text{ m}}{x_1}$, $x_1 = 2 \text{ m}$ 。

- ⑧ 将滑块减速运动倒过来看成是初速度为零的匀加速直线运动,有 $\frac{L}{4} = \frac{1}{2} a t'^2$ 和 $L = \frac{1}{2} a (t' + t)^2$,解出 $t' = t$, $t_{\text{总}} = t' + t = 2t$,D 正确。

- ⑨ 因为冰壶做匀减速运动,且末速度为零,故可以看作反向匀加速直线运动来研究。初速度为零的匀加速直线运动中通过连续三段相等位移的时间之比为 $1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$,故所求时间之比为 $(\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$,所以 C 错误,D 正确;由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得初速度为零的匀加速直线运动中的速度之比为 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$,则所求的速度之比为 $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$,故 A 错误,B 正确。

- ⑩ 将末速度为零的匀减速直线运动看成是反方向初速度为 0 的匀加速直线运动(逆向思维),从静止开始通过连续相等的三段位移所用时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$,则倒数第 3 m、倒数第 2 m、最后 1 m 内经历的时间之比为 $(\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$,平均速度之比为 $\frac{1}{\sqrt{3} - \sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{2} - 1} : 1 = (\sqrt{3} + \sqrt{2}) : (\sqrt{2} + 1) : 1$,故只有选项 D 正确。

- ⑪ 根据位移公式 $x = \frac{1}{2} a t^2$,从开始运动起,连续通过的三段位移分别为 $x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} a$, $x_2 = \frac{1}{2} a (t_2 + t_1)^2 - \frac{1}{2} a t_1^2 = 4a$, $x_3 = \frac{1}{2} a (t_3 + t_2 + t_1)^2 - \frac{1}{2} a (t_1 + t_2)^2 = \frac{27}{2} a$,再根据平均速度公式 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 可得 $\bar{v}_1 : \bar{v}_2 : \bar{v}_3 = 1 : 4 : 9$,故选项 B 正确。

- ⑫ 时间间隔 $T = 1 \text{ s}$, $s_1 = 0.2 \text{ m}$, $s_3 = 0.8 \text{ m}$,根据 $s_3 - s_1 = 2aT^2$ 可得, $a = 0.3 \text{ m/s}^2$,A 错误,B 正确;将质点第 1 次闪光的时刻记为 $t = 0$,根据题意, $t = 0.5 \text{ s}$ 时,质点的速度 $v = 0.2 \text{ m/s}$,所以第 1 次闪光时质点的速度是 $v_1 = v - at = 0.2 \text{ m/s} - 0.3 \text{ m/s}^2 \times 0.5 \text{ s} = 0.05 \text{ m/s}$,第 2 次闪光时质点的速度是

$v_2 = v + at = 0.2 \text{ m/s} + 0.3 \text{ m/s}^2 \times 0.5 \text{ s} = 0.35 \text{ m/s}$, C、D 错误。

- 13 由图像知,质点在 8 s 内的位移 $\Delta x = \frac{1}{2} \times (2+4) \times 2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times (2+4) \times 1 \text{ m} = 3 \text{ m}$ 。 $t=0$ 时,质点位于 $x=5 \text{ m}$ 处,故 8 s 末质点位置 $x=5 \text{ m} + \Delta x = 8 \text{ m}$, B 正确。
- 14 由图像可知 0~10 s 内的加速度方向向下,大小逐渐减小,10~15 s 内的加速度方向向上,大小也逐渐减小,则 A、B 正确。由图像的面积,可得 0~10 s 内的位移大于 100 m,10~15 s 内的位移小于 75 m,则 C 正确, D 错误。
- 15 8~9 s 内人的速度方向与加速度方向一致,人的速度不断增大, A 错误; 类比于 $v-t$ 图像, $a-t$ 图线围成的面积等于速度的变化量, B 正确; 8~9 s 内电梯仍在加速, 其速度仍在不断增大, 其位移大于 0~1 s 内的位移, C 错误; 根据运动对称性, D 正确。
- 16 甲做竖直上抛运动, 对应跳台高度为 $h_1 = \frac{1}{2}gt_{\text{下}}^2 - \frac{1}{2}gt_{\text{上}}^2 = 10 \text{ m}$; 乙做自由落体运动, 对应跳台高度为 $h_2 = \frac{1}{2}gt^2 = 20 \text{ m}$ 。故两跳台高度差为 10 m。
- 17 由图知甲乙两车加速度之比为 1:2, A 正确; 0~4 s 时间内乙车比甲车多走 $\Delta x = (4 \times 4) \times \frac{1}{2} \text{ m} = 8 \text{ m}$, $\Delta x > s$, 说明两车在 $t=4 \text{ s}$ 时乙车在甲车前面, B 正确; 4~8 s 内甲车比乙车多走 $\Delta x' = 2 \times 4 \times \frac{1}{2} \text{ m} = 4 \text{ m}$, 两车间距离不断减小, C 错误; $t=12 \text{ s}$ 时乙车在甲车前面。
- 18 $x-t$ 图像的斜率表示物体速度, 由图知 a 车的速率等于 2 m/s, 故 A 错误; 在 1~3 s 内, 观察 b 车图像知其速度不断减小, 位移为 $x=8 \text{ m}$, 设 b 车的加速度为 a , 在 3 s 时速度为 $v_0 = 2 \text{ m/s}$, 根据 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, 代入数值有 $8 \text{ m} = 2 \text{ m/s} \times 2 \text{ s} + \frac{1}{2} \times a \times (2 \text{ s})^2$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, $t=1 \text{ s}$ 时, b 车的速度 $v = v_0 + at = 6 \text{ m/s}$, 其平均速度为 $\bar{v} = \frac{8 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$, 故 B、C、D 正确。
- 19 根据匀变速直线运动的速度—位移公式得 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 其中 $v=0$, 整理得 $x = -\frac{v_0^2}{2a}$, 因为 $x-v_0^2$ 图像的斜率 $k = 0.25 \text{ m}^{-1} \cdot \text{s}^2$, 可得 $a = -2 \text{ m/s}^2$, 所以滑块下滑的加速度大小为 2 m/s^2 , A 错误、B 正确; 由位移公式得 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, 代入数据解得 $t=1 \text{ s}$ 或 $t=4 \text{ s}$ (舍去), C 正确、D 错误。
- 20 由位移与速度的函数关系式可知, 汽车运动为匀变速直线运动, A 错误; 题给 $x-v$ 图像为汽车减速过程图像, 可知汽车做初速度为 20 m/s 的匀减速直线运动。当 $x=25 \text{ m}$ 时, 末速度为 0, B 错误; 结合题给图像, 得 $x-v$ 关系式 $x = -\frac{v^2}{2a} + 25$, 所以 $m=25$, 当 $x=0$ 时, 解得 $a = 8 \text{ m/s}^2$, 所以 $n = \frac{1}{16}$, C、D 正确。

第2章 真题 分类专练

→ 正文 P41

答案

- | | | | |
|------|-----|-------------|-----|
| 1 B | 2 B | 3 A | 4 C |
| 5 D | 6 C | 7 (1)C (2)B | |
| 8 BD | 9 A | 10 BD | |

解析

- 1 两段速度变化量的大小相等, 因加速度相同, 由 $t = \frac{v_2 - v_1}{a}$ 知两段时间相等, B 正确。
- 2 根据初速度为零的匀变速直线运动规律知, 在启动阶段, 列车的速度与时间成正比, 由位移—速度公式: $v^2 = 2ax$, 可知列车的位移与速度平方成正比, 故 B 正确。
- 3 质点时间 t 内的平均速度 $v = \frac{x}{t}$, 设时间 t 内物体初速度和末速度分别为 v_1 和 v_2 , 则平均速度 $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$, 即 $\frac{x}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$, 根据题意知 $v_2 = 3v_1$, 进而得出 $2v_1 = \frac{x}{t}$, 质点的加速度 $a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{2v_1}{t} = \frac{x}{t^2}$, 故 A 选项正确。
- 4 升降机先加速运动, 后做匀速运动, 最后做减速运动, 在加速阶段, 所需时间 $t_1 = \frac{v}{a} = 8 \text{ s}$, 通过的位移 $x_1 = \frac{v^2}{2a} = 32 \text{ m}$, 减速过程与加速过程对称, 匀速阶段所需要的时间 $t_2 = \frac{x - 2x_1}{v} = 5 \text{ s}$, 总时间 $t = 2t_1 + t_2 = 21 \text{ s}$, 故 C 正确, A、B、D 错误。
- 5 位移—时间图像的斜率表示速度的大小, 知 A、C 表示物体做匀速直线运动, 故 A、C 错误; 速度—时间图像中图线的斜率表示物体速度的大小, B 图中物体速度不断减小, D 图中速度不断增加, 故 D 正确。
- 6 图像围成的面积表示位移的大小, 知 0~1 s 内位移的大小等于 1.5 m, 故 A 错误; 整个过程中物体运动方向未改变, 由南向北运动, 故 B 错误; 图线斜率表示加速度大小, 故 C 正确; 物体做减速运动时, 位移不断增加, 物体一直向北运动, 故 D 错误。
- 7 雨滴下落过程中做加速度减小的变加速直线运动, 最后做匀速直线运动, 故雨滴速度不断增大, 加速度不断减小。
- 8 在 $v-t$ 图像中图线与时间轴围成的面积代表了运动物体的位移, 图像的斜率代表加速度。两车在 t_2 时刻并排而行, 利用逆向思维并借助于面积可知在 t_1 时刻甲车在后, 乙车在前, 故 A 错误、B 正确; 图像的斜率表示加速度, 所以甲的加速度先减小后增大, 乙的加速度也是先减小后增大, 故 C 错误、D 正确。
- 9 由运动学公式可得小球与地面碰撞后上升过程中的速度 v 与位置 x 的关系为 $v = \sqrt{v_0^2 - 2gx}$, 从最高点下落时二者的关系为 $v = -\sqrt{2g(x_0 - x)}$, 对比图像可知 A 项正确。

- 10 0~3 s内,甲车位移 $x_1=45$ m,乙车位移 $x_2=52.5$ m,故 $t=0$ 时,甲车在乙车前 $\Delta x=7.5$ m,B正确;根据对称性知, $t=1$ s时两车并排而行,因1 s~3 s两车位移相等都为40 m,故A、C错误,D正确。

第2章 单元测试卷

→ 正文P42

答案

- 1 B 2 B 3 A 4 B 5 B
6 C 7 A 8 BC 9 AC 10 AB

- 11 (1) $\frac{d}{\Delta t_1}$ (2) 滑块从光电门1运动到光电门2所经过的时间 t (3) $\frac{d(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{\Delta t_1 \Delta t_2 t}$

- 12 (1) 频闪仪的闪光频率等于水滴滴落的频率
(2) 9.72 2.27 (3) 存在空气阻力

- 13 由题意得物体所经过的路程为 $s = \frac{1}{2}L + nL = \frac{2n+1}{2}L$
($n=0,1,2,\dots$),
由 $v^2 = 2as$ 得 $a = \frac{v^2}{2s} = \frac{v^2}{2} \cdot \frac{2}{(2n+1)L} = \frac{v^2}{(2n+1)L} =$
 $\frac{4}{2n+1} \text{ m/s}^2$ ($n=0,1,2,\dots$)。

- 14 (1) 设 p_1, n_1, p_2, n_2 对应的时刻分别为 $t_1, t_2, t_3, t_4, t_1 \sim t_2$ 的中间时刻(汽车与超声波第一次相遇的时刻)为 t_5 ,
 $t_3 \sim t_4$ 的中间时刻(汽车与超声波第二次相遇的时刻)为 t_6 。从题目所给条件得,标尺上每小格表示的时间为 $\frac{1}{30}$ s,
则有:超声波第一次与汽车相遇时通过的位移为 $s_1 =$
 $\frac{t_2 - t_1}{2}v$,超声波第二次与汽车相遇时通过的位移为 $s_2 =$
 $\frac{t_4 - t_3}{2}v$,汽车在接收到 p_1, p_2 两个信号之间的时间内前进的距离为 $\Delta s = s_1 - s_2$,从标尺上读出数据代入得 $\Delta s =$
17 m。

(2) 以上过程中,汽车的运动时间为 $\Delta t' = t_6 - t_5$,

$$\text{汽车的速度为 } v' = \frac{\Delta s}{\Delta t'} = \frac{s_1 - s_2}{t_6 - t_5},$$

从标尺上读出数据代入得 $v' = 17.9 \text{ m/s}$ 。

- 15 (1) 在AB段,由加速度公式有: $a_1 = \frac{v}{t_1}$,解得 $a_1 = 4 \text{ m/s}^2$ 。

(2) AB段的距离为 $L_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2$,解得 $L_1 = 32 \text{ m}$ 。

(3) BC段位移为: $L_2 = vt_0$,CD段位移为: $L_3 = \frac{v}{2}t_3$,

总位移为: $L_1 + L_2 + L_3 = L = 92 \text{ m}$;

总时间为: $t_1 + t_0 + t_3 = t = 8.5 \text{ s}$;

$$\text{可得: } L = \frac{v}{2}(t - t_0) + vt_0;$$

$$\text{代入数据得: } 92 \text{ m} = \frac{16 \text{ m/s}}{2} \times (8.5 \text{ s} - t_0) + 16 \text{ m/s} \times t_0,$$

解得 $t_0 = 3 \text{ s}$ 。

解析

- 1 由题图知A、B间距为2块砖的厚度, $\Delta x = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$ 。
设位置A距起落点距离为 L ,从起落点到位置A的时间为 t ,
曝光时间为 T 。则 $L = \frac{1}{2}gt^2$, $\Delta x = \frac{1}{2}g(t+T)^2 - \frac{1}{2}gt^2$ 。解
得 $T = 0.012 \text{ s}$,故B正确。

- 2 根据题意,物体做匀加速直线运动, t 时间内的平均速度等于
 $\frac{t}{2}$ 时刻的瞬时速度,在第一段内中间时刻的瞬时速度为 $v_1 =$
 $\bar{v}_1 = \frac{16}{4} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$;在第二段内中间时刻的瞬时速度为 $v_2 =$
 $\bar{v}_2 = \frac{16}{2} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$;则物体的加速度为 $a = \frac{v_2 - v_1}{t} =$
 $\frac{8 - 4}{3} \text{ m/s}^2 = \frac{4}{3} \text{ m/s}^2$,故选项B正确。

- 3 设物体沿斜坡运动的位移为 x ,上坡时的加速度大小为 a_1 ,
所用时间为 t_1 ,下坡时的加速度大小为 a_2 ,所用时间为 t_2 ,则
有 $x = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{1}{2}v_1 t_1$, $x = \frac{1}{2}a_2 t_2^2 = \frac{1}{2}v_2 t_2$,联立解得 $t_1 : t_2 =$
4 : 5,所以A正确,B、C、D错误。

- 4 由表中数据可看出,物体在光滑斜面下滑的加速度为 4 m/s^2 ,
进入水平面后的加速度大小为 2 m/s^2 ,由 $a_1 t - a_2(4 \text{ s} - t) =$
 12 m/s ,解得 $t = 3.33 \text{ s}$ 时物体恰好经过B点,选项A错误,
 $t = 10 \text{ s}$ 时物体恰好停在C点,选项B正确;物体运动过程中
最大速度大于 12 m/s ,选项C错误;由于物体在A、B间运动
时间为 $t = 3.33 \text{ s}$,在B、C间运动时间为 $t = 6.67 \text{ s}$,两段时间
内的平均速度相等,所以A、B间的距离小于B、C间的距离,
选项D错误。

- 5 $t = 5 \text{ s}$ 时,物体B的速度减为零,位移大小 $x_B = \frac{1}{2}at^2 = 25 \text{ m}$,
此时A的位移 $x_A = v_A t = 20 \text{ m}$,A、B两物体相距 $\Delta s = s + x_B -$
 $x_A = 7 \text{ m} + 25 \text{ m} - 20 \text{ m} = 12 \text{ m}$,再经过 $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_A} = 3 \text{ s}$,A追上
B,所以A追上B所经历的时间是 $5 \text{ s} + 3 \text{ s} = 8 \text{ s}$,选项B
正确。

- 6 设同学加速到 2 m/s 时所用时间为 t_1 ,由 $v_1 = at_1$,得 $t_1 =$
 $\frac{v_1}{a} = 1 \text{ s}$,通过的位移 $x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = 1 \text{ m}$,然后匀速前进的位移
 $x_2 = v_1(t - t_1) = 8 \text{ m}$,因 $x_1 + x_2 = 9 \text{ m} > 8 \text{ m}$,即这位同学已通
过关卡2,距该关卡1 m,当关卡关闭 $t_2 = 2 \text{ s}$ 内,此同学在关
卡2、3之间通过了 $x_3 = v_1 t_2 = 4 \text{ m}$ 的位移,接着关卡放行 $t =$
 5 s ,同学通过的位移 $x_4 = v_1 t = 10 \text{ m}$,此时距离关卡4为
 $x_5 = 24 \text{ m} - (1 + 8 + 4 + 10) \text{ m} = 1 \text{ m}$,关卡关闭 2 s , $t_3 = \frac{x_5}{v_1} =$
 $0.5 \text{ s} < 2 \text{ s}$,故关卡4最先挡住他前进。

- 7 根据题图中图像的斜率表示速度可知,甲、乙均做减速运动,
速度方向相反,选项A正确,选项B、C错误;甲乙在相同时间
内位移大小相等,根据平均速度定义可知,甲乙平均速度
相等,选项D错误。

- 8 甲车做匀速直线运动,速度 $v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{5} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$,故A错
误;由图可知乙车做匀减速直线运动,可看成是反方向的匀

加速直线运动,则有 $x = \frac{1}{2}at^2$, 由图可知, 当其反向运动 5 s 时, 位移为 20 m。则有 $20 \text{ m} = \frac{1}{2}a \cdot (5 \text{ s})^2$, 解得 $a = 1.6 \text{ m/s}^2$, 因其共运动了 10 s, 可得位移为 80 m, 知 B、C 正确; $t = 5 \text{ s}$ 时刻两车相遇, 乙车的速度为 $v_2 = at = 8 \text{ m/s}$, 乙车速度大于甲速度, 故 D 错误。

- 9 如果立即做匀加速直线运动, $t_1 = 2 \text{ s}$ 内汽车的位移 $x_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = 20 \text{ m} > 18 \text{ m}$, 此时汽车的速度 $v_1 = v_0 + a_1 t_1 = 12 \text{ m/s} < 12.5 \text{ m/s}$, 汽车没有超速, A 正确, B 错误; 如果立即做匀减速运动, 速度减为零需要时间 $t_2 = \frac{v_0}{a_2} = 1.6 \text{ s}$, 此过程通过的位移为 $x_2 = \frac{1}{2}a_2 t_2^2 = 6.4 \text{ m}$, C 正确, D 错误。

- 10 由匀加速直线运动的位移规律 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 知汽车运动的加速度大小为 1 m/s^2 , A 正确; 由 $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ 知汽车经过第 7 根电线杆时的瞬时速度大小为 25 m/s , B 正确; 由 $v_t = v_0 +$

at 知汽车从第 1 根至第 7 根电线杆用时为 20 s, 所以从第 3 根至第 7 根电线杆用时为 10 s, C 错误; 由 $\bar{v} = \frac{x}{t}$ 知汽车在第 3 根至第 7 根电线杆间的平均速度为 20 m/s , D 错误。

- 12 (1) 后一水滴经过一个频闪间隔运动到前一水滴的位置, 可看到仿佛固定不动的一串水滴, 即频闪仪的闪光频率等于水滴滴落的频率时, 水滴仿佛不动。

$$(2) g = \frac{h_{8-10} - h_{6-8}}{\left(\frac{2}{f}\right)^2} = \frac{[(43.67 - 26.39) - (26.39 - 13.43)] \times 10^{-2}}{\left(\frac{2}{30}\right)^2} \text{ m/s}^2$$

$$= 9.72 \text{ m/s}^2;$$

$$v_8 = \frac{h_{7-9}}{\frac{2}{f}} = \frac{(34.48 - 19.36) \times 10^{-2}}{\frac{2}{30}} = 2.27 \text{ m/s}.$$

- (3) 存在空气阻力会对水滴的运动产生影响, 水滴滴落的频率不恒定也会对实验产生影响。

第 3 章 相互作用

第 1 节 重力与重心

→ 正文 P45

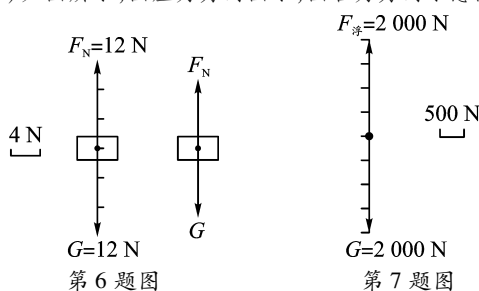
答案

- 1 A 2 A 3 BD 4 B

- 5 D

- 6 (1) 水壶共受两个力: 一个是地面对物体的支持力 $F_N = 12 \text{ N}$, 方向竖直向上; 另一个力是重力 $G = 12 \text{ N}$, 方向竖直向下。

(2) 如图所示, 图左为力的图示, 图右为力的示意图。



- 7 吊篮做匀速直线运动, 处于平衡状态, 根据二力平衡有: $G = F_{\text{吊}} = 2000 \text{ N}$, 吊篮的受力的图示如图所示。

- 8 B 9 CD

- 10 (1) 2.05 2.05 (2) 0.42 4.20

- 11 C 12 B 13 D 14 AD

- 15 0.5 $5\sqrt{2} - 5$

解析

- 1 力是相互的, 不可能通过物体传递给第三个物体, 只能理解成甲物体对乙物体施加力, 乙物体同时对丙物体施加力, A 正确; 肌肉张紧是因为肌腱拉肌肉, 肌腱是施力物体, 肌肉是

受力物体, B 错误; 相同的两个力作用在不同物体上, 产生的效果通常不相同, C 错误; 一对相互作用力是同时产生同时消失的, 且它们的性质相同, D 错误。

- 2 草弯曲发生了形变, 施力物体是流动的空气, A 正确; 武林高手打出的拳, 受力物体是空气, 而不是牛, 牛不可能倒下, B 错误; 两块磁铁相隔一段距离可以发生相互作用, 作用力是通过物质“磁场”而发生的, C 错误; 足球在空中飞行时, 沿水平方向做减速运动, 运动状态发生了改变, 是受到与运动方向相反的空气阻力, 而非向前的动力, 运动是不需要力来维持的, D 错误。

- 3 直升机转动的螺旋桨撞击空气, 螺旋桨与空气产生了相互作用, 就像风吹动帆船一样, 空气给螺旋桨以作用, 使直升机悬停在空中, 故 A 错误、B 正确; 喷气式飞机通过涡轮发动机将燃烧产生的炽热高压气体以较大的速度向飞行的反方向喷出, 喷出的气体对喷气式飞机有一个向前反冲力, 使飞机加速, 喷气式飞机的运动状态变化了, 属于典型的反冲现象, 类似烟花爆竹或枪支的反冲作用, 故 C 错误、D 正确。

- 4 选择的标度为单位长度表示 2 N, 所以有向线段为 3 个单位长度, 重力方向竖直向下, 重力的作用点在木块重心, 只有 B 是正确的。

- 5 A 图画的是力的示意图, 且 A 图力的方向错误, B 图带箭头的线段没有画刻度, 故 A、B 错误; 图 C、D 是力的图示, 其中 C 图所表示力的方向错误, 且没有给出标度, C 错误, D 正确。

- 8 重力是地球对物体吸引力的一个分力, 其方向竖直向下, 但并不总指向地球中心, 只有在赤道上和地球两极上物体受到的重力方向指向地心, 其他位置重力方向并不指向地球中心, A 错误; 由 $G = mg$ 得质量较大的物体若处于重力加速度小的位置, 其重力也可能小, B 正确; 物体处于不同的位置, 重力产生的效果是不同的, 如物体放在斜面上静止时, 物体的重力对斜面的压力比其重力小, C 错误; 弹簧测力计可以

测量重力的大小,但杆秤是测量质量的,D错误。

- 9 压力是弹力,重力是引力,重力和地面对篮球的支持力是一对平衡力,其大小相等方向相反,A错误;篮球对地面的压力和地面对篮球的支持力是一对相互作用力,B错误;重力的效果是使篮球与地面发生挤压产生形变,C正确;篮球挤压地面,使地面有向下的形变,故D正确。
- 10 弹簧测力计读数时要估读,利用二力平衡,重力大小等于弹簧测力计的拉力大小,显示出来就是弹簧测力计的示数。
- 11 重力是由地球吸引产生的,是引力的一个分力,两者一般不等,A错误;当支持面是倾斜的时候,物体对支持面的压力小于物体的重力,B错误;由平衡条件知,细线拉力和重力平衡,重心在重力作用线上,C正确;重心跟物体的形状、质量分布有关,是重力的等效作用点,但不一定在物体上,如折弯成直角的均匀直杆,D错误。
- 12 篮球的重心不在球壳之上,A错误;根据二力平衡知B正确;质量分布均匀的形状规则的物体的重心才在其几何中心,C错误;演员的重心随其动作时刻变化,D错误。
- 13 背越式跳高重心位于横杆的下方,其他跳高姿势的重心位于横杆的上方,D正确。
- 14 人手中两边杆的长度应相等,若不对称,杆的重心将不会落在钢丝上面,人和杆将失去平衡,A正确,B错误;人手中拿杆主要目的有两个,一是降低整体的重心位置,二是因为重心越低越稳定,越容易调节整体的重心位置,保证重心落在钢丝上面,C错误,D正确。
- 15 当金属链条被拉直时,其重心的位置在链条的中心,故重心升高了0.5 m;正方体的重心在其几何中心,初态时重心高度为 $h_1 = 5 \text{ cm}$,对角线竖直时,重心高度为 $h_2 = 5\sqrt{2} \text{ cm}$,所以正方体重心升高了 $\Delta h = 5\sqrt{2} - 5 (\text{cm})$ 。

第2节 科学探究:弹力

课时1 形变与弹力

→ 正文 P47

答案

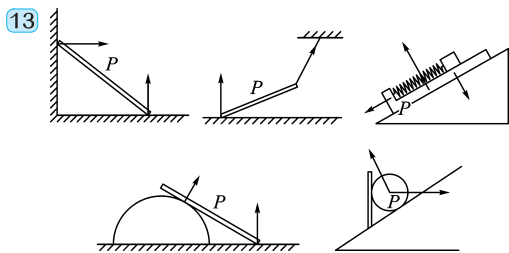
1 AB C 无 D 2 A BD C

3 (1) 石英丝发生的是扭转形变。

(2) 该装置进行了两次放大,一是尽可能地增大T型架连接两球的水平直杆的长度,使两球间万有引力产生较大的力矩,使杆偏转;二是增大弧度尺与系统的距离,使小镜子的反射光在标尺上产生较明显的长度变化。

4 C 5 BD 6 BC 7 C 8 D

9 A 10 D 11 BC 12 BC



第13题图

解析

- 1 图A表示直的臂力器发生了弯曲;图B表示弯曲张紧的发条;图C表示弹弓上的橡皮筋被拉长;图D表示弹簧被重物压缩。扭转形变的特征是物体垂直于径向方向扭转,发生形变,就像绞毛巾一样。
- 2 图A中放大镜作聚光用,但其主要作用是进行光学放大;图B是扬声器,将音圈的振动通过纸盆振动放大产生声音,图D中的共鸣箱是利用声音共鸣效果进行放大;图C中温度计利用热胀冷缩原理使酒精或水银体积发生变化,并转化为液柱高度的变化。
- 4 相互接触的物体,如果不发生挤压产生形变,是不存在弹力的,A错误;若物体发生的是永久性形变,就不会产生弹力,B错误;鞋底发生形变,鞋底要恢复原状产生了对地面的压力,C正确;重力的效果是使鞋底与地面同时发生形变,因为形变,鞋底和地面同时产生弹力,即压力和支持力,D错误。
- 5 木块受到的弹力是因为桌面发生了微小形变而产生的,A错误;竹竿因为要恢复原状,对木头产生了弹力,B正确;绳因为被拉长了具有收缩趋势,所以绳子的拉力沿绳收缩的方向,C错误;电线被拉长后产生了微小形变,从而对电灯产生了竖直向上的拉力,D正确。
- 6 弹簧因被拉长了,要恢复原来形状,对小车产生了向右的拉力,而车发生了微小的形变,要恢复原来形状,产生了对弹簧的拉力,故A错误;同理绳子发生微小的形变,因要恢复原状,对车产生了向右的拉力,车发生了微小形变,要恢复原状,产生了向左的拉绳的力,故B、C正确;弹簧拉车和车拉弹簧的力是一对相互作用力,故D错误。
- 7 杂技演员顶住缸时,缸受到的重力,使缸与头发生挤压,缸发生了形变,因要恢复原来的形状,就给杂技演员的头施加了一个向下的弹力,即压力,故C正确。
- 8 弹力总是垂直于接触面,指向被压或被支持的物体。足球接触处的切面就是斜面,D正确。
- 9 弹力总是与接触面垂直,所以M处受到的支持力应竖直向上,N处的支持力应垂直于原木MN,A正确,B错误;重力作用的效果是使物体发生形变,而不是产生弹力,C错误;M处地面发生形变,使原木受到垂直于地面向上的支持力,D错误。
- 10 弹力方向与重心位置无关,弹力方向总是与物体形变的方向相反,即弹力总是与两物体接触面垂直,该题中是接触处与圆柱体相切的切面垂直,故D正确。
- 11 弹力总是与接触面垂直,对于球体弹力与切面垂直,B、C正确。
- 12 风由空气流动而产生,弹性微粒与帆面碰撞时,产生的弹力应与帆面垂直,宏观上体现为风力总与帆面垂直,B正确,A错误;风速越快,风力就越大,迎风面积越大,风力就越大,故C正确,D错误。

课时2 胡克定律

→ 正文 P49

答案

1 A 2 C 3 C 4 D 5 C

6 (1) 当弹簧的弹力为零时, 弹簧处于原长状态, 由题图可知原长 $l_0 = 10 \text{ cm}$ 。

(2) 当弹簧长度为 15 cm 时, 弹力大小为 10 N , 对应弹簧的伸长量为 $\Delta l = (15 - 10) \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$, 由胡克定律 $F = kx$ 得

$$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{10}{5 \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 200 \text{ N/m}。$$

(3) 当弹簧长为 0.20 m 时, 弹簧伸长量为

$$\Delta l' = (0.20 - 0.10) \text{ m} = 0.10 \text{ m},$$

由胡克定律 $F = kx$ 得

$$F' = k \cdot \Delta l' = 200 \times 0.10 \text{ N} = 20 \text{ N}。$$

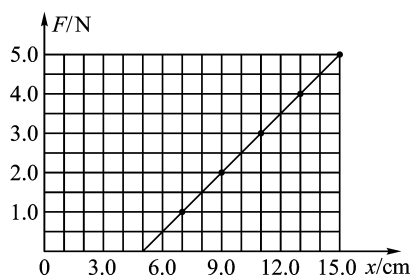
7 开始时, 弹簧 B 的压缩长度为 $x_1 = \frac{mg}{k_1}$,

当弹簧 B 无形变时, 弹簧 C 伸长 $x_2 = \frac{mg}{k_2}$,

所以 a 、 b 间距离为 $x_1 + x_2 = mg \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ 。

8 B 9 BCD

10 (1) 如图所示。 (2) 50 (3) 弹簧自身重力的影响



第 10 题图

11 (1) 6.93 (2) A (3) 超出弹簧的弹性限度

12 (1) 16.00 (15.95 ~ 16.05) (有效数字位数正确)

(2) 12.5 (12.2 ~ 12.8) 能

解析

1 根据二力平衡知, 弹簧受到的拉力大小等于小球的重力, 再根据胡克定律 $F = kx$ 知各弹簧的长度相等, 选项 A 正确。

2 设弹簧的原长为 L_0 , 由胡克定律可得 $F_1 = k(L_0 - L_1)$, $F_2 = k(L_2 - L_0)$, 联立解得 $k = \frac{F_2 + F_1}{L_2 - L_1}$, 故 C 正确。

3 由题意可知, $kL = mg$, 当用两根相同的弹簧按题图所示悬挂时, 下面弹簧弹力大小为 mg , 伸长量为 L , 而上面弹簧的弹力为 $2mg$, 由 $kx = 2mg$ 可知, 上面弹簧伸长量为 $x = 2L$, 故 B 球到悬点 O 的距离为 $L + L + L + 2L = 5L$, C 正确。

4 当弹簧由于被压缩而产生 2 N 的弹力时, 由受力平衡及牛顿第三定律知识可得天花板受到的拉力为 1 N , 地板受到的压力为 6 N ; 当弹簧由于被拉伸而产生 2 N 的弹力时, 可得天花板受到的拉力为 5 N , 地板受到的压力为 2 N , D 正确。

5 在这个过程中, 压下面弹簧上的压力由 $(m_1 + m_2)g$ 减小到 m_2g , 即减少了 m_1g , 根据胡克定律可断定下面弹簧的长度增长了 $\Delta L = \frac{m_1g}{k_2}$ 。

8 图像的横轴截距表示弹簧的原长, A 错误; 图像的斜率表示弹簧的劲度系数, B 正确, C 错误; 图像不过原点, D 错误。

9 由题图乙知, $F - x$ 图像是一个过原点的直线, $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{20}{0.10} \text{ N/m} = 200 \text{ N/m}$ 。

10 (1) 如图所示。

(2) 根据胡克定律 $F = kx$ 可得 $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = 50 \text{ N/m}$ 。

(3) 图线与 x 轴的交点坐标为弹簧竖直悬挂且没挂钩码时的长度, 因受自身重力影响, 大于其平放在桌面上时测量出的原长 L_0 。

11 (1) 弹簧伸长后的总长度为 14.66 cm , 则伸长量 $\Delta l = 14.66 \text{ cm} - 7.73 \text{ cm} = 6.93 \text{ cm}$ 。

(2) 逐一增挂钩码, 便于有规律地描点作图, 也可避免因随意增加钩码超过弹簧的弹性限度而损坏弹簧。

(3) AB 段明显偏离 OA , 伸长量 Δl 不再与弹力 F 成正比, 是超出弹簧的弹性限度造成的。

12 (1) 刻度尺读数需要估读到精确度的下一位, 从题图乙可知指针示数为 16.00 cm , 考虑到误差范围, $15.95 \sim 16.05 \text{ cm}$ 均算对。

(2) 由胡克定律 $F = k\Delta x$, 结合表格数据可知弹簧 I 的劲度系数 $k_1 = \frac{50 \times 10^{-3} \times 10}{(19.71 - 15.71) \times 10^{-2}} \text{ N/m} = 12.5 \text{ N/m}$, 考虑误差范围情况下, $12.2 \sim 12.8 \text{ N/m}$ 均算正确; 计算弹簧 II 的劲度系数, 只需要测出弹簧 II 的形变量, 结合两个指针的读数, 可知指针 B 的示数变化量减去指针 A 的示数变化量, 就是弹簧 II 的形变量, 所以能求出弹簧 II 的劲度系数。

第 3 节 摩擦力

课时 1 滑动摩擦力

→ 正文 P51

答案

1 D 2 BD 3 A 4 CD 5 D

6 D 7 BC 8 B 9 B

10 (1) 物体匀速运动时, $k(x - x_0) = \mu mg$, 则 $k = \frac{\mu mg}{x - x_0} =$

$$\frac{0.2 \times 2 \times 10}{0.12 - 0.10} \text{ N/m} = 200 \text{ N/m}。$$

(2) $F_1 = k(x_1 - x_0) = 200 \times (0.11 - 0.10) \text{ N} = 2 \text{ N}$ 。

最大静摩擦力可看作等于滑动摩擦力

$$F_{\max} = 0.2 \times 2 \times 10 \text{ N} = 4 \text{ N}。$$

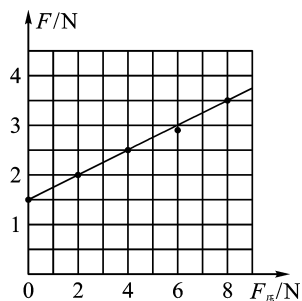
故物体没动时, 所受到的静摩擦力 $F_f = F_1 = 2 \text{ N}$ 。

(3) 弹簧弹力 $F_2 = k(x_2 - x_0) = 200 \times (0.13 - 0.10) \text{ N} = 6 \text{ N}$ 。

物体将加速前进, 此时所受到的滑动摩擦力为 $F_f = \mu F_N = \mu mg = 0.2 \times 2 \times 10 \text{ N} = 4 \text{ N}$ 。

11 (1) B 方案 弹簧测力计示数稳定 (2) 如图所示

(3) 6.00 0.25



第 11 题图

12 $\frac{L_2 - L_0}{L_1 - L_0}$

解析

- 1 摩擦力的方向与物体的运动方向可以相同也可以相反,故 A 错误;滑动摩擦力的方向总是与物体间相对运动的方向相反,故 D 正确;静摩擦力存在于相对静止的物体间,物体可以是静止的,也可以是运动的,故 C 错误;滑动摩擦力大小与正压力成正比,静摩擦力与正压力无关,最大静摩擦力与正压力成正比,故 B 错误。
- 2 产生滑动摩擦力的条件有三个:相互接触且发生挤压产生形变(即有弹力作用)、接触面粗糙、两物体之间发生相对滑动, B 正确;物体间发生挤压,并不一定有摩擦力,如书本放在水平桌面上静止时, A 错误;滑动摩擦力强调的是两物体间发生相对运动,“相对”二字应理解为互为参考系,如一物体沿固定斜面下滑,斜面也要受到滑动摩擦力, C 错误;滑动摩擦力总是与接触面平行,与相对运动方向相反, D 正确。
- 3 根据牛顿第三定律可得,桌面也受到摩擦力作用,且与物体受到的摩擦力等大、反向,即大小为 F ,方向与物体运动方向相同(物体受到的滑动摩擦力方向与物体相对运动方向相反)。该题主要考查力是相互的,我们可以通过转换研究对象来判断摩擦力的方向。
- 4 加速运动过程中,传送带与物体 P 速度大小不等,以物体 P 为参考系,传送带水平向右运动,传送带受到的滑动摩擦力水平向左, B 错误, C 正确;匀速运动过程中,物体 P 与传送带相对静止,物体 P 的运动状态没有变化,说明它没有受到滑动摩擦力, A 错误, D 正确。
- 5 材料在未翻倒之前,根据二力平衡,在竖直方向上两物体之间的正压力大小仍等于材料的重力大小,动摩擦因数由相互接触的两物体材料特性决定,由 $f = \mu F_N$,摩擦力大小不变; D 正确, A、B、C 错误。
- 6 滑动摩擦力的大小仅与接触面处正压力和动摩擦因数有关,与拉力 F 无关,滑动摩擦力 $f = \mu F_N = \mu mg = 20 \text{ N}$,方向与相对运动方向相反, D 正确。
- 7 将 A、B 视为一个整体,根据二力平衡, B 与地面之间的正压力 $F_N = 2mg = 20 \text{ N}$,根据 $f = \mu F_N$,解得 $f = 12 \text{ N}$,故 A 错误, B 正确; A 和 B 保持相对静止, A 和 B 的运动状态没有改变,故 A、B 之间没有摩擦力, C 正确, D 错误。
- 8 物体 A 处于平衡状态,根据二力平衡知, B 对 A 的摩擦力大

小等于拉力 T ,故 B 正确;物体 B 从 A 下匀速拉出来,根据平衡条件知, $F = \mu_1(m_A + m_B)g + \mu_2 m_A g$,所以拉力 F 大于 T ,故 A 错误;木板 B 受两个滑动摩擦力作用,故 C 错误;滑动摩擦力大小与相对滑动的速度无关,故 D 错误。

- 9 先以 2、3 为整体分析,设 1、2 间弹簧的伸长量为 x_1 ,有 $kx_1 = \mu(m_2 + m_3)g$;再以 3 为研究对象,设 2、3 间弹簧伸长量为 x_2 ,有 $kx_2 = \mu m_3 g$,所以 1、3 两木块之间的距离为 $2L + x_1 + x_2$,故选 B。
- 11 更合理的方案是 B 方案,因为木板向左运动的快慢不会引起弹簧测力计示数的变化;方案 A 中必须保证木块做匀速直线运动,才能使弹簧测力计的读数等于滑动摩擦力,这在实际实验中很难做到,几乎不可能实现。由滑动摩擦力的定义可知 $F_f = \mu(F_{\text{压}} + G)$,故由图像的斜率和纵轴截距可算出木块的重力 $G = 6.00 \text{ N}$,动摩擦因数为 $\mu = 0.25$ 。
- 12 设橡皮筋的劲度系数为 k 。橡皮筋悬挂木块时,有 $k(L_1 - L_0) = mg$;水平拉动长木板时,有 $k(L_2 - L_0) = \mu mg$ 。联立解得 $\mu = \frac{L_2 - L_0}{L_1 - L_0}$ 。

课时 2 静摩擦力

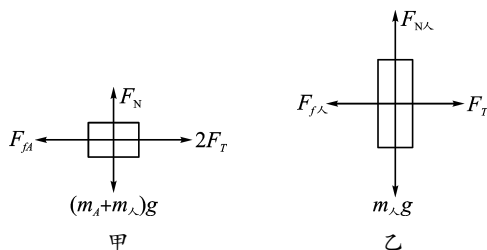
→ 正文 P53

答案

- 1 D 2 C 3 BD 4 C
- 5 C 6 ABC

- 7 设绳子的拉力为 F_T ,木块与地面间的摩擦力为 F_{fA} 。

(1)取人和木块为整体,并对其进行受力分析,如图甲所示,由题意可知 $F_{fA} = \mu(m_A + m_{\text{人}})g = 200 \text{ N}$ 。由于系统处于平衡状态,故 $2F_T = F_{fA}$,所以 $F_T = 100 \text{ N}$ 。



第 7 题图

(2)取人为研究对象,对其进行受力分析,如图乙所示。

由于人处于平衡状态,故 $F_T = F_{f人} = 100 \text{ N}$,

由于人与木块 A 处于相对静止状态,故人与木块 A 之间的摩擦力为静摩擦力。

由牛顿第三定律可知人脚对木块 A 的摩擦力方向水平向右,大小为 100 N 。

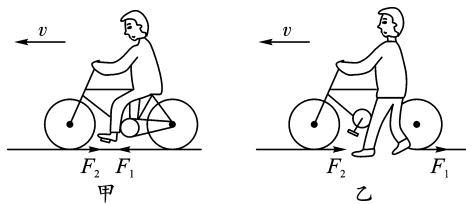
- 8 A 9 AD 10 AB

11 (1)物体 A 受重力和传送带对其的支持力作用。假设物体 A 受到向右的静摩擦力作用,则物体运动状态必发生变化,这与题目所给状态相矛盾,故物体 A 不受静摩擦力作用。

(2)假设传送带不转动,当主动轮转动时,主动轮相对于传送带顺时针转动,题图中主动轮受到 P 处的静摩擦力竖直向上,则 P 点受到的静摩擦力竖直向下;从动轮 O₂

是由沿顺时针方向转动的传送带带动,受到 Q 处的摩擦力竖直向上,则 Q 点受到的摩擦力竖直向下。

- 12 如图,骑着自行车匀速前进时,人通过链条给后轮一个力,使后轮逆时针转动,若轮与地面接触处光滑,则轮应逆时针转动,即轮相对于地面有向后转动的趋势,由于静摩擦力的方向与物体的运动趋势方向相反,故后轮所受静摩擦力 F_1 的方向向前如图甲所示。前轮转动是由于前轮受到力的作用,若前轮与地面接触处光滑,则前轮就不会转动,故前轮相对于地面有向前的运动趋势,其所受摩擦力向后,如图甲所示。当推着自行车匀速前进时,前、后轮的情况是相同的,都是由于受到地面的摩擦力作用才转动的,所以受到的摩擦力方向均向后,如图乙所示。



第 12 题图

解析

- 1 小棋子受到重力、摩擦力、棋盘的吸引力和棋盘的支持力作用,选项 A 错误;棋盘对棋子的摩擦力等于棋子的重力,故无论棋子的磁性多强,摩擦力是不变的,质量不同的棋子所受的重力不同,故摩擦力不同,选项 B、C 错误,选项 D 正确。
- 2 当木块受 F_1 、 F_2 及摩擦力的作用而处于静止状态时,由平衡条件可知木块所受的摩擦力的大小为 8 N ,方向向左。可知最大静摩擦力 $F_{f\max} \geq 8\text{ N}$ 。当撤去力 F_1 后, $F_2 = 2\text{ N} < F_{f\max}$,木块仍处于静止状态,由平衡条件可知木块所受的静摩擦力大小和方向发生突变,且与作用在木块上的 F_2 等大、反向,选项 C 正确。
- 3 不管匀速上爬还是匀速下滑,人受到的摩擦力总是与重力平衡,方向与重力相反,B 正确,A 错误;静摩擦力并不与正压力成正比,静摩擦力总是与使之产生相对滑动趋势的力的大小相等,方向相反,D 正确,C 错误。
- 4 初状态时,利用平衡条件有摩擦力 $f_0 = mg - F_1 = 4\text{ N} < f_m$;当总质量减小为 0.4 kg 时,摩擦力为 $f_1 = 4\text{ N} - 2\text{ N} = 2\text{ N}$,方向水平向左,故 A 错误,物体处于平衡状态,所受合外力为零,B 错误;因为物体 A 仍静止,弹簧伸长量不变,D 错误,C 正确。
- 5 静摩擦力大小等于水和容器的重力,随水的不断注入,静摩擦力不断增大,A、B 错误;当一开始推力 F 就比较大时,即满足 $\mu F \geq m_{\text{总}}g$ 时,水平力 F 可以不变,C 正确,D 错误。
- 6 $t=0$ 时,传感器显示拉力为 2 N ,则滑块受到的摩擦力为静摩擦力,大小为 2 N ,分析可知空沙桶的重力也等于 2 N ,A 正确; $t=50\text{ s}$ 时摩擦力达到最大值,即最大静摩擦力为 3.5 N ,同时小车开始运动,说明带有沙的沙桶重力等于 3.5 N ,此时摩擦力立即变为滑动摩擦力,最大静摩擦力略大于滑动摩擦力,故摩擦力突变为 3 N 的滑动摩擦力,B、C 正确;此后由于

沙和沙桶重力 3.5 N 大于滑动摩擦力 3 N ,故第 50 s 后小车将加速运动,D 错误。

- 8 物体与桌面间的最大静摩擦力 $F_m = \mu mg = 40\text{ N}$,故 $F_1 = 15\text{ N} < F_m$,物体受静摩擦力 $F_{f1} = F_1 = 15\text{ N}$, $F_2 = 30\text{ N} < F_m$,物体受静摩擦力 $F_{f2} = F_2 = 30\text{ N}$, $F_3 = 80\text{ N} > F_m$,物体受滑动摩擦力 $F_{f3} = \mu mg = 40\text{ N}$,故 A 项正确。
- 9 由于木块在木板上运动,所以木块受到木板的滑动摩擦力的作用,其大小为 $\mu_1 mg$,根据牛顿第三定律可得木块对木板的滑动摩擦力也为 $\mu_1 mg$ 。又由于木板处于静止状态,木板在水平方向上受到木块的摩擦力 $\mu_1 mg$ 和地面的静摩擦力的作用,二力平衡,A 正确,B 错误;若增大 F 的大小,只能使木块加速运动,但木块对木板的滑动摩擦力大小不变,因而也就不可能使木板运动起来,C 错误,D 正确。
- 10 当 A 与 B 之间有相对滑动后,力传感器才有示数,地面对 B 的最大静摩擦力为 $F_{fm} = kt_1$,A、B 相对滑动后,力传感器的示数保持不变,则 $F_{fAB} = kt_2 - F_{fm} = k(t_2 - t_1)$,A、B 正确;因为 A、B 的质量未知,所以 μ_{AB} 和 μ 不能求出,C、D 错误。

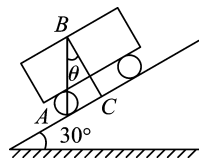
单元综合

第 3 章 专题 突破专练

→ 正文 P55

答案

- 1 A 2 AC 3 D
- 4 当汲水瓶空着时,由于瓶的重心高于绳的悬点,它就会倾倒;把它放到水里,水就会自动流进去,当瓶中汲入适量的水时,瓶的重心降到绳的悬点以下,一提绳,汲水瓶就会被直立着提上来。如果瓶中的水太满,瓶的重心又高于绳的悬点,瓶会自动倾倒,将多余的水倒出。
- 5 如图所示,过车轮 A 作一条竖直线,交中轴线于 B 点,过 B 点作坡面的垂线 BC。设重心高出坡面 h ,由三角函数关系有 $\frac{d}{2} = h \tan 30^\circ$,代入数

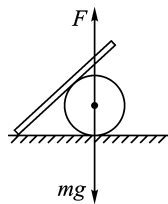


第 5 题图

据解得 $h = \sqrt{3}\text{ m}$ 。

- 6 ABC 7 BC 8 ACD 9 C 10 C

- 11 小球受重力 mg 和地面的支持力 F ,受力如图所示。因为小球光滑,不可能有摩擦力,若小球受到倾斜木板的压力 F_N ,则小球必定会向右运动离开木板,这与题目情景相矛盾,故小球不可能受木板的压力。



第 11 题图

- 12 A 球受三个力,绳子 OA 的拉力、水平拉力 F 、竖直向下的重力。以 B 球为研究对象,因为绳子 OB 竖直,B 球只受重力和竖直的绳子的拉力,这两个力平衡,AB 段绳子没有弹力,若 AB 段绳子有弹力,B 球将要向右侧偏移。
- 13 BC 14 BD 15 B 16 A
- 17 由装置可知,弹簧和刻度尺构成了一个弹簧测力计。

零刻度线到刻度线 20 之间有 20 个小分度,设每小分度长为 x_0 m。

当挂 100 N 重物时,由胡克定律有 $F=kx_1$,其中 $x_1=20x_0$,得弹簧劲度系数 $k=\frac{F}{x_1}=\frac{5}{x_0}$ N/m。

(1)当挂 50 N 重物时,由胡克定律有 $F_2=kx_2$,解得 $x_2=10x_0$,自由端正对刻度线 10。

(2)当自由端正对刻度线 18 时,由胡克定律知, $\frac{F_1}{x_1}=\frac{F_3}{x_3}$,其中 $x_3=18x_0$,解得 $F_3=90$ N。

18 AD 19 C 20 BD

21 最大静摩擦力 $f_{\max}=\mu F_N=\mu G=0.2\times 40$ N=8 N。

(1)因为 $F_1-F_2=13$ N-6 N=7 N< $f_{\max}$,所以摩擦力为静摩擦力,且 $f_1=7$ N,方向与物体相对运动趋势方向相反,即水平向右。

(2)因为 $F_2=6$ N< $f_{\max}$,所以摩擦力为静摩擦力,且 $f_2=6$ N,方向与 F_2 方向相反,即水平向左。

(3)因为 $F_1=13$ N> $f_{\max}$,所以摩擦力为滑动摩擦力, $f_3=\mu F_N=8$ N,方向与 F_1 方向相反,即水平向右。

22 C 23 AD

24 未加 F 时,木块 A、B 受力平衡,所受静摩擦力等于弹簧的弹力,即 $F_A=F_B=F_{\text{弹}}=kx=400\times 0.02$ N=8 N,木块 B 受地面的最大静摩擦力为 $F_{B_{\max}}=\mu G_B=0.25\times 60$ N=15 N,施加 F 后,对木块 B 有: $F+F_{\text{弹}}<F_{B_{\max}}$ 。故 B 所受摩擦力仍为静摩擦力,其大小为 $F'_B=F+F_{\text{弹}}=9$ N,施加 F 后,木块 A 所受摩擦力仍为静摩擦力,大小为 $F'_A=8$ N。

25 A 26 D 27 BD 28 C
29 AD 30 B 31 B 32 B

解析

- 物体各部分都受重力作用,但可以认为物体各部分所受重力集中于一点,这个点就是物体的重心,所以 A 正确;重力的效果是使轮胎和地面发生形变,B 错误;物体重心的位置还与物体的形状有关,故 C 错误;重心不一定在物体上,所以 D 错误。
- 汽车重力的效果是使桥和汽车轮胎发生形变,A 正确;汽车与桥面相互挤压,都发生了形变,B 错误;由于桥面发生弹性形变,所以对汽车有向上的弹力,C 正确,D 错误。
- 左侧演员处于平衡状态,受到的力除了自身重力之外,就是右侧演员对他的作用力,故右侧演员对左侧演员的作用力大小为 G ,故 D 正确。
- 球 A 处于静止状态,球 A 所受的力为平衡力,即悬线对球的拉力 F_T 及桌面对球的支持力 F_N 的合力与重力 G 平衡,即 $F_T+F_N=G$,若悬线恰好伸直,则 $F_T=0$, $F_N=G$,A 正确;若球刚好离开桌面,则 $F_N=0$, $F_T=G$,B 正确;也可能 $F_N=F_T=\frac{G}{2}$,C 正确。

7 F 大小合适时,球可以静止在无墙的斜面上, F 增大时墙才会对球有水平向左的弹力,故 A 错误,B 正确;而斜面必须有斜向上的弹力才能使球不下落,故 C 正确,D 错误。

8 人的手拉弦时,对弦施加向左的拉力,知 A 正确;拉弓时箭和弦间没有相互作用力,箭也没有发生形变,当人松开手,弦恢复形变时对箭施加了向右的力,箭的运动状态发生了变化,知 B 错误,C 正确;箭加速时,人的手并没有接触箭,人并没有对箭施加力,人只是使弦贮存了能量,弦的形变越小,对箭的作用力越小,知 D 正确。

9 甲球受水平面的弹力,斜面对甲球无弹力,乙球受水平面的弹力,乙与另一球之间无弹力,丙球受右侧球的弹力和球壳的弹力作用,丁球受竖直细线的拉力,倾斜细线的拉力刚好为零,故 C 正确,A、B、D 错误。

10 连接球 A 的绳子是竖直的,球 A 受两个力作用,B 错误;斜面对球 B 没有弹力作用,否则球 B 将向右方运动,A 错误;木块 C 可能仅受弹簧弹力与重力,仅与上方水平面接触,但不发生挤压,C 可能受两个力作用,C 正确;球 D 可能受两个力、三个力或四个力作用,D 错误。

13 由题图可知,弹簧的原长为 6 cm,弹簧的劲度系数为 $k=\frac{\Delta F}{\Delta x}=\frac{2}{2\times 10^{-2}}$ N/m=100 N/m,当弹簧伸长量为 0.2 m 时,弹力的大小为 $F=k\Delta x=20$ N。

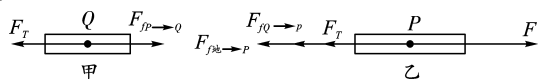
14 弹簧 B 由两根弹簧组成,当吊物体 G 时,每根弹簧承受的拉力为 $\frac{G}{2}$,由胡克定律知弹簧伸长量为 3 cm,故 A 错误,B 正确;弹簧 B 的劲度系数 $k_B=\frac{G}{\Delta x_2}=\frac{2G}{\Delta x_1}=2k_A$,弹簧 C 由两根弹簧串接而成,当吊物体 G 时,每一根弹簧伸长 $\Delta x=\Delta x_1$,所以弹簧 C 伸长总量 $\Delta x_3=2\Delta x_1$,弹簧 C 的劲度系数 $k_C=\frac{G}{\Delta x_3}=\frac{k_A}{2}=50$ N/m,故 $k_B=4k_C$,故 C 错误,D 正确。该题体现了比值定义法的运用。

15 系统最初静止时,以木块 A 为研究对象得弹簧的压缩量 $x_1=\frac{mg}{k}$ 。B 刚好离开地面时,以木块 B 为研究对象得弹簧的伸长量 $x_2=\frac{mg}{k}$ 。A 上升的高度 $h=x_1+x_2=\frac{2mg}{k}$,故 B 正确。

16 当压力小于 20 N 时,只压缩大弹簧,所以 0~0.2 m 过程中图线的斜率等于大弹簧的劲度系数, $k_1=\frac{\Delta F}{\Delta x}=100$ N/m。但压缩量为 0.3 m 时,大弹簧被压缩了 0.3 m,而小弹簧被压缩了 0.1 m,则 $F=k_1\times 0.3$ m+ $k_2\times 0.1$ m=50 N,得 $k_2=200$ N/m,选项 A 正确。

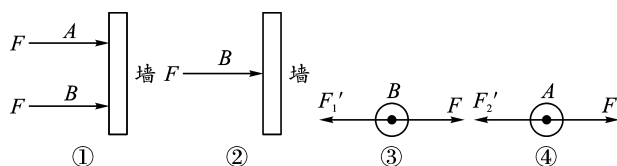
18 物体开始做匀速直线运动,说明物体所受水平向右的拉力 F 与向左的滑动摩擦力等大、反向。当 F 减小时,物体做减速运动。若 F 减小到零之前物体始终运动,则摩擦力始终为滑动摩擦力,大小不变,A 正确;若 F 减小到零之前物体已停止运动,则停止前摩擦力为滑动摩擦力,大小不变,停止后摩擦力为静摩擦力,大小随 F 的减小而减小,D 正确。

- 19 物体在向右滑行时,受到的是滑动摩擦力, $F_f = \mu mg = 2 \text{ N}$, 方向向左。由于 $F_0 = 1 \text{ N} < F_f$, 物体最后静止, 受到的是静摩擦力, 其大小为 $F_f = F_0 = 1 \text{ N}$, 方向和 F_0 的方向相反, 即向右。因此 C 正确。
- 20 第 1 张牌在手指静摩擦力的作用下水平移动, 所以摩擦力的方向与手指运动的方向相同, 选项 A 错误; 设竖直压力为 F_N , 每张牌的质量为 m , 第 n 张牌 ($54 \geq n \geq 2$) 受上面第 $(n-1)$ 张牌的摩擦力最大为 $F_f = \mu[F_N + (n-1)mg]$, 方向与手指的运动方向相同, 受下面第 $(n+1)$ 张牌 (除第 54 张牌外) 的摩擦力最大为 $F'_f = \mu(F_N + nmg)$, 方向与手指的运动方向相反, 第 54 张牌受到桌面的摩擦力方向与手指的运动方向相反, 由于 $F_f < F'_f$, 所以从第 2 张牌到第 M 张牌之间的牌不可能发生相对滑动, 选项 B、D 正确, C 错误。
- 22 初态时, 物体 P 受到的静摩擦力水平向右, 当加一水平向右的拉力后, 随拉力的不断增大, 物体 P 受到的静摩擦力先逐渐减小, 直到大小为零, 之后静摩擦力开始反向, 并随拉力的增大而增大, 直到物体滑动, 受到滑动摩擦力大小不变, 方向水平向左, 故 C 正确。
- 23 剪断右侧细绳的瞬间, 右侧细绳上拉力突变为零, 而弹簧对两木块的拉力没有发生突变, 与原来一样, 所以 b 相对于地面有向左运动的趋势, 受到静摩擦力 F_{fb} 方向向右, C 错误, D 正确; 剪断右侧细绳的瞬间, 木块 a 受到的各力都没有发生变化, A 正确, B 错误。
- 25 对 Q 的受力分析如图甲所示, 对 P 的受力分析如图乙所示, 由平衡条件可得 $F_T = F_{P \rightarrow Q}$, $F = F_{f \text{ 地} \rightarrow P} + F_{Q \rightarrow P} + F_T$, 且根据 $F_f = \mu F_N$ 得 $F = 4\mu mg$, 故只有 A 正确。



第 25 题图

- 26 以物体 B 为研究对象, 物体 B 受弹簧向左的弹力, 又因物体 B 处于静止状态, 故受物体 A 对它向右的摩擦力, 所以 A 错误; 根据牛顿第三定律可知, 物体 B 对物体 A 的摩擦力向左, 所以 B 错误; 把物体 A 、 B 视为一整体, 水平方向没有运动的趋势, 故物体 A 不受地面的摩擦力, 所以 C 错误, D 正确。
- 27 对于题图乙, 墙壁在水平方向所受到人的作用力如图①所示, 此时墙壁所受到的推力为 $F_{\text{墙}} = 2F$ 。根据力的平衡可知 A 、 B 两人受到的静摩擦力均为 $F_f = F$ 。对于题图甲, 先以墙壁为研究对象, 此时墙壁所受到的推力只有 B 对它的推力 F , 如图②所示。然后再以 B 为研究对象, B 同学的受力情况如图③所示, B 受到 A 的推力 F 和墙壁的反作用力 F'_1 , 由于 $F = F'_1$, 所以此时 B 在水平方向不受摩擦力的作用。再以 A 为研究对象, A 同学的受力情况如图④所示, 根据牛顿第三定律可知由于 A 对 B 的作用力为 F , 所以 B 对 A 的反作用力 $F'_2 = F$, 根据力的平衡可知 A 所受地面的摩擦力为 F 。



第 27 题图

- 28 应用整体法, 即 A 、 B 整体水平方向外力大小相等, 方向相反, 故地面对 B 无摩擦力。以 A 为研究对象, 水平方向必受大小与 F 相等、方向与 F 相反的静摩擦力, 故 C 正确。
- 29 将 A 、 B 视为整体, 可以看出 A 物体受到墙的摩擦力方向竖直向上。对 B 受力分析可知 B 受到的摩擦力方向竖直向上, 由牛顿第三定律可知 B 对 A 的摩擦力方向竖直向下, A 正确; 由于 A 、 B 两物体受到的重力不变, 根据平衡条件可知 B 错误; A 和墙之间的摩擦力与 A 、 B 两物体的总重力等大、反向, 故 C 错误, D 正确。
- 30 由题意可知 $F_{f \text{ 最大}} = \mu mg = 100 \text{ N}$ 。当 A 向左移动 0.2 m 时, $F_{\text{弹}} = k\Delta x = 50 \text{ N}$, $F_{\text{弹}} < F_{f \text{ 最大}}$, 即 A 、 B 间未出现相对滑动, 对整体受力分析可知, $F = F_{fB} + F_{\text{弹}} = \mu(m+M)g + k\Delta x = 300 \text{ N}$, B 选项正确。
- 31 B 恰好不下滑时, $\mu_1 F = m_B g$, A 恰好不滑动, 则对于整体有 $F = \mu_2(m_A g + m_B g)$, 所以 $\frac{m_A}{m_B} = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2}$, 选项 B 正确。
- 32 人在木板上行走受到水平向右的静摩擦力, 故 A 错误; 木箱在木板上向右做匀速运动, 所以木箱受的滑动摩擦力方向水平向左, 故 B 正确; 因为人推着木箱匀速前进, 可知木板受到木箱对木板向右的摩擦力大小等于人给木板向左的摩擦力, 所以地面对木板无摩擦力的作用, 或者对整体分析得, 木板与地面间没有摩擦, 故 C、D 错误。

第 3 章 真题 分类专练

→ 正文 P59

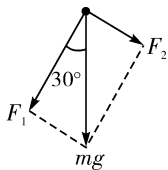
答案

- | | | | | |
|------|-------|------|-------|------|
| 1 C | 2 D | 3 B | 4 C | 5 D |
| 6 B | 7 D | 8 C | 9 A | 10 A |
| 11 C | 12 BD | 13 B | 14 BD | |

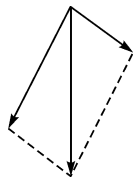
解析

- 1 根据胡克定律 $F = kx = 20 \text{ N}$, 由二力平衡知, 弹簧对重物的拉力大小为 20 N , 方向竖直向上, C 正确。
- 2 静止时, 物体在重力和弹簧拉力作用下平衡, 故 A 正确; 由 $F = kx$ 且 $F = mg$ 得, $x = \frac{mg}{k}$, B 正确; 弹簧长度等于原长加伸长量, 为 $L + \frac{mg}{k}$, C 正确; 物体所受合外力为零, D 错误。
- 3 物体受重力、拉力和支持力作用, 处于平衡状态, B 正确。
- 4 木箱随台阶做匀速直线运动, 所受合力为零, 即重力和支持力平衡, 不受摩擦力作用, C 正确。
- 5 小孩匀速下滑, 说明小孩受到了摩擦力, 故 D 正确。
- 6 擦冰面是为了减小动摩擦因数, 动摩擦因数减小了, 而正压力不变, 摩擦力 $f = \mu F_N$, 知摩擦力减小, B 正确。
- 7 分析可知工件受力平衡, 对工件受到的重力按照压紧斜面 I 和 II 的效果进行分解如图所示, 结合几何关系可知工件对斜面 I 的压力大小为 $F_1 = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} mg$ 、对斜面 II 的压力大小为 $F_2 = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mg$, 选项 D 正确, A、B、C 均错误。

关键一步:根据重力的作用效果确定它的两个分力的方向并根据平行四边形定则和几何关系求得两个分力的大小是本题的关键。

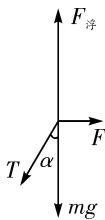


第7题图

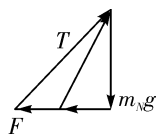


第8题图

- 8 增加钢索的数量,索塔受到的向下的压力增大,A 错误;当索塔受到的力 F 一定时,降低索塔的高度,钢索与水平方向的夹角 α 减小,则钢索受到的拉力将增大,B 错误;如果索塔两侧的钢索对称且拉力大小相同,则两侧拉力在水平方向的合力为零,钢索的合力一定竖直向下,C 正确;索塔受到钢索的拉力合力竖直向下,当两侧钢索的拉力大小不等时,由图可知,两侧的钢索不一定对称,D 错误。
- 9 因为货物和传送带保持相对静止,且要克服重力影响,即要克服物体向下滑动的趋势,故 A 正确。
- 10 设物块的质量最大为 m ,将物块的重力沿斜面方向和垂直斜面方向分解,由平衡条件,在沿斜面方向有 $F = mg\sin 30^\circ + \mu mg\cos 30^\circ$,解得 $m = 150 \text{ kg}$,A 项正确。
- 11 以气球为研究对象,受力分析如图所示,则由力的平衡条件可知,气球在水平方向的合力为零,即风对气球作用力的大小为 $F = T\sin \alpha$,C 正确,ABD 错误。



11 题图



第12题图

- 12 对 N 进行受力分析如图所示,因为 N 的重力与水平拉力 F 的合力和细绳的拉力 T 是一对平衡力,从图中可以看出水平拉力的大小逐渐增大,细绳的拉力也一直增大,选项 A 错误,B 正确; M 的质量与 N 的质量的大小关系不确定,设斜面倾角为 θ ,若 $m_N g \geq m_M g \sin \theta$,则 M 所受斜面的摩擦力大小会一直增大,若 $m_N g < m_M g \sin \theta$,则 M 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增大,选项 D 正确,C 错误。
- 13 设弹性绳的劲度系数为 k ,左、右两半段绳的伸长量 $\Delta L = 10 \text{ cm}$,由共点力的平衡条件知,钩码重力 $G = 2k\Delta L \sin \theta$,其中 $\sin \theta = \frac{3}{5}$,将弹性绳的两端缓慢移到天花板上同一点时,钩码的重力 $G = 2k\Delta L'$,解得 $\Delta L' = 6 \text{ cm}$,则弹性绳的总长度变为 $80 \text{ cm} + 2\Delta L' = 92 \text{ cm}$ 。
- 14 鱼缸相对于桌布向左运动,故应受到向右的摩擦力,选项 A 错误;由于鱼缸与桌布、桌面之间的动摩擦因数相等,鱼缸在桌布上运动和在桌面上运动时加速度的大小相等,根据 $v = at$,鱼缸在桌布上和在桌面上的滑动时间相等,选项 B 正确;若猫增大拉力,鱼缸与桌布之间的摩擦力仍然为滑动摩擦

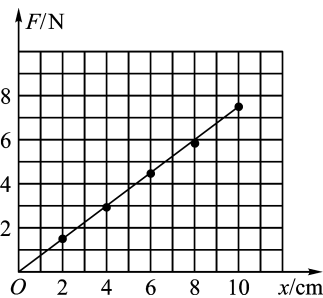
力,大小不变,选项 C 错误;若猫减小拉力,鱼缸可能随桌布一起运动而滑出桌面,选项 D 正确。

第3章 单元测试卷

正文 P61

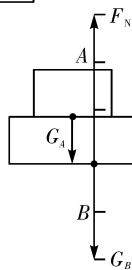
答案

- 1 C 2 A 3 B 4 A 5 A
6 B 7 C 8 BC 9 BD 10 BC
11 (1) 静止 F_1 (2) 不能
12 (1) 如图所示 (2) 75.0 N/m



第12题图

- 13 (1) 木块 A 与木块 B 之间没有摩擦力,力 10 N 的图示如图所示。
(2) 以 AB 为研究对象,根据二力平衡条件,
竖直方向有: $F_N = (m + M)g = 30 \text{ N}$,
水平方向有: $F \leq \mu F_N$,解得 $F \leq 3 \text{ N}$ 。



第13题图

- 14 (1) 由胡克定律知: $F_1 = kx_1 = 2500 \text{ N/m} \times 0.01 \text{ m} = 25 \text{ N}$, $f = \mu F_N$, $F_N = G$, 则 $f = \mu G = 40 \text{ N}$,
因为 $F_1 < f$,所以物体仍静止,即 $f_1 = 25 \text{ N}$ 。
(2) 由胡克定律知: $F_2 = kx_2 = 2500 \text{ N/m} \times 0.02 \text{ m} = 50 \text{ N}$, $F_2 > f$,所以物体运动,即 $f_2 = 40 \text{ N}$ 。
- 15 (1) 设上面弹簧受到的弹力为 F_1 ,伸长量为 Δx_1 ,下面弹簧受到的弹力为 F_2 ,伸长量为 Δx_2 ,由物体的平衡条件及胡克定律有 $F_1 = (m_1 + m_2)g$, $\Delta x_1 k_1 = (m_1 + m_2)g$, $F_2 = m_2 g$, $\Delta x_2 k_2 = m_2 g$,
所以总长为 $L = L_1 + L_2 + \Delta x_1 + \Delta x_2$ 。
即 $L = L_1 + L_2 + \frac{(m_1 + m_2)g}{k_1} + \frac{m_2 g}{k_2}$ 。
(2) 要使两个弹簧的总长度等于两弹簧的原长之和,必须是上面弹簧伸长 Δx ,下面弹簧缩短 Δx 。对 m_2 有 $F_N = k_2 \Delta x + m_2 g$, 对 m_1 有 $m_1 g = k_1 \Delta x + k_2 \Delta x$, $F_N = m_2 g + \frac{k_2}{k_1 + k_2} m_1 g$ 。
由牛顿第三定律,得平板受 m_2 的压力大小 $F_N' = F_N = m_2 g + \frac{k_2}{k_1 + k_2} m_1 g$ 。

解析

- 1 牙膏皮被挤压后不能恢复原状,不属于弹性形变,故 A 错误;手的作用力作用于牙膏皮上,牙膏被挤出来是因为牙膏受到

了牙膏皮的作用力,故 B 错误;牙膏盖上的条纹是为了增大摩擦,故 C 正确;手对牙膏皮的作用力与牙膏皮对手的作用力属于相互作用力,大小相等,故 D 错误。

- ② 弹力垂直接触面,知 A 端弹力垂直地面向上,A 正确;绳子的拉力沿绳的方向,知绳子对 B 端的拉力竖直向上,B 错误;没有力使棒 AB 有相对滑动的趋势,棒不受摩擦力,C、D 错误。

- ③ 根据两根弹簧中弹力相等可得 b 弹簧的伸长量为 $\frac{k_1 L}{k_2}$, P 端向右移动的距离为 $L + \frac{k_1}{k_2} L$,故选项 B 正确。

- ④ 对物体 B 受力分析,其肯定受到一个重力,因为 B 在水平方向上平衡,所以其与竖直墙壁之间肯定没有弹力,那么它们之间也没有摩擦力,A、B 两物体同时自由下落,它们均处于完全失重状态,A、B 两物体间没有弹力,综上分析,物体 B 只受重力一个力,所以选项 A 正确。

- ⑤ 开始时,滑动摩擦力方向与速度方向相反,即水平向左,大小为 $F_f = \mu mg = 2 \text{ N}$;当物体的速度减到零时,由于物体受到向左的恒力 $F = 1 \text{ N}$ 的作用,所以物体将受到向右的静摩擦力,大小等于 1 N ,选项 A 正确。

- ⑥ 以四块砖为研究对象,进行受力分析。砖恰好静止不动,则砖所受到的摩擦力刚好与其重力相等,即 $f_1 + f_2 = 4mg$,又 $f_1 = f_2 = \mu F$,联立两式可得 $F = \frac{2mg}{\mu}$,即武警战士施加的水平力为 $F = \frac{2mg}{\mu}$,选项 B 正确。

- ⑦ 木块 P 在长木板 ab 上滑行,木块受到长木板向左的滑动摩擦力 $F_1 = \mu_2 mg$ 作用,根据牛顿第三定律可知,长木板也必定

受到木块向右的滑动摩擦力 $F_1' = F_1 = \mu_2 mg$ 。由于长木板处于静止状态,所以长木板受到地面静摩擦力 F_2 应与 F_1' 平衡,即 $F_2 = \mu_2 mg$,选项 C 正确。

- ⑧ 在 AC 段滑块向右加速运动,加速度向右,故合力向右,即滑动摩擦力向右,A 错误,B 正确;在 CB 段滑块做匀速直线运动,加速度为零,故合力为零,即摩擦力为零,C 正确,D 错误。

- ⑨ 木块 A 受推力 F、重力 G、木块 B 对木块 A 的支持力和摩擦力,一共四个力,B 正确,A 错误;木块 B 受到木块 A 的压力,倾斜面对 B 的垂直斜面向右上方的支持力,C 错误;木块 A 对木块 B 有水平向左的静摩擦力,斜面对木块 B 有沿斜面向上的摩擦力,D 正确。

- ⑩ 因为 Ob 绳沿竖直方向静止,根据二力平衡原理知,球 b 和杆之间没有作用力,若有则 Ob 必须倾斜,知 C 正确,D 错误;若球 a 和杆之间没有作用力,则球 a 将要向下摆动,故球 a 可能受三个力作用,A 错误,B 正确。

- ⑪ (1) 由题图可知:在 $t_1 \sim t_2$ 这段时间内,摩擦力不断增大,物体受到的摩擦力是静摩擦力,因此滑块的运动状态是静止的;由图示可知,滑块受到的最大静摩擦力为 F_1 。

(2) 实验中没有控制变量,因此不能得出最大静摩擦力与压力有关或与接触面的粗糙程度有关的结论。

- ⑫ (1) 描点作图。

(2) 根据解析(1)中图像,该直线为过原点的一条倾斜直线,即弹力与伸长量成正比,图像的斜率表示弹簧的劲度系数, $k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = 75.0 \text{ N/m}$ 。

第 4 章 力与平衡

第 1 节 科学探究: 力的合成

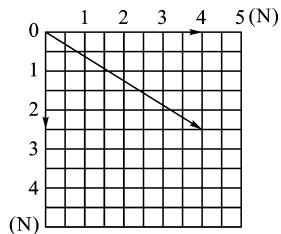
→ 正文 P63

答案

- ① C ② C ③ AC ④ B
⑤ B ⑥ C ⑦ B ⑧ D
⑨ AC ⑩ A ⑪ A ⑫ A

- ⑬ (1) F' (2) B (3) ① C E ② 未记下两条绳的方向未说明是否把橡皮条的结点拉到同一位置 O

- ⑭ (1) 2.50 4.00 (或 4.00 2.50) (2) 如图所示。
(3) b 图;弹簧测力计读数有误差,确定分力方向不够准确等。



第 14 题图

解析

- ① AB 棒的重心位于棒身某位置,该位置在 DA 和 BC 延长线交点的正上方,A 错误,C 正确;合力和分力是等效关系,考虑了分力就不能计入合力,棒 AB 受三个力,故 B 错误;一个物体受三个力处于平衡状态,这三个力必须共点,故 D 错误。

- ② A 属于点面接触,弹力应指向圆心 O 处,A 错误;根据三力共点,棒的重心不在 $L/2$ 处,故 B 错误;AB 两处碗对棒的支持力的合力与棒的重力平衡,即 $F = mg = 10 \text{ N}$,根据平行四边形法则有: $F_A = F \sin 30^\circ = 5 \text{ N}$, $F_B = F \cos 30^\circ = 5\sqrt{3} \text{ N}$,故 C 正确,D 错误。

- ③ 力的合成的基本出发点是力的等效替代。合力是所有分力的一种等效力,它们之间是等效替代关系。合力在效果上是和各分力的共同作用等效,而不是与一个分力等效。只有同时作用在同一物体上的力才能进行力的合成的运算。力的合成遵循平行四边形定则,合力的大小不仅跟分力的大小有关,而且跟分力的方向有关。根据力的平行四边形定则和数学知识可知,两个分力间夹角为 $\theta (0 \leq \theta \leq \pi)$,它们的合力随 θ 增大而减小。当 $\theta = 0^\circ$ 时,合力最大,为两分力的代数和;

当 $\theta = 180^\circ$ 时,合力最小,等于两分力的代数差。所以合力的大小总不会比分力的代数和大。

④ 由 $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$ 可知,选项 B 正确。

⑤ 根据题意可得, $F = \sqrt{2}F_1$ 。当两个力的夹角为 120° 时,合力

$$F_{\text{合}} = F_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}F。$$

⑥ 构建平行四边形,利用几何关系有 $F = F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 30^\circ = 10\sqrt{3} \text{ N}$,合力方向沿两分力的角平分线向上,故 C 正确。

⑦ 物体受 n 个力处于静止状态,则其中 $(n-1)$ 个力的合力一定与剩余的那个力等大反向,故除 F_1 以外的其他各力的合力大小等于 F_1 ,且与 F_1 方向相反,故当 F_1 转过 90° 后,物体受到的合力大小应为 $\sqrt{2}F_1$,选项 B 正确。

⑧ 设 $F_1 > F_2 > 0$,由图像得: $\theta = \frac{1}{2}\pi$ 时,两分力 F_1 、 F_2 垂直,合力为 10 N ,即 $\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 10 \text{ N}$, $\theta = \pi$ 时,两分力方向相反,即两分力相减, $|F_1 - F_2| = 2 \text{ N}$,联立解得: $F_1 = 8 \text{ N}$, $F_2 = 6 \text{ N}$,合力的范围 $F_1 - F_2 \leq F \leq F_1 + F_2$,即 $2 \text{ N} \leq F \leq 14 \text{ N}$ 。故 D 正确, A、B、C 错误。

⑨ 由力的合成可知,两分力相等,当 $\theta = 120^\circ$, $F_{\text{合}} = F_{\text{分}} = G$,当 $\theta = 0^\circ$, $F_{\text{分}} = \frac{1}{2}F_{\text{合}} = \frac{G}{2}$,故 A、C 正确, B 错误; θ 越大,在合力一定时,分力越大,故 D 错误。

⑩ 对画框进行受力分析,并把两绳拉力作用点平移至重心处。如图所示,则有 $2F_n \cos \alpha = 2F_{T2} \cos \alpha = mg$,其中 $F_n = F_{T2} \leq 10 \text{ N}$,所以 $\cos \alpha \geq \frac{1}{2}$ 。设挂钉间距为

$$x, \text{ 则有 } \sin \alpha = \frac{\frac{x}{2}}{\frac{1}{2}} = x, \text{ 解得 } x \leq \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m, 故}$$

A 正确。

⑪ 设 ac 绳中的拉力为 F_a , bc 绳中的拉力为 F_b 。竖直方向有 $F_a \cos 30^\circ + F_b \cos 60^\circ = mg$,水平方向有 $F_a \sin 30^\circ = F_b \sin 60^\circ$ 。解得 $F_a = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$, $F_b = \frac{1}{2}mg$,故选项 A 正确。

⑫ 以结点 O 为研究对象, O 点受人对其作用力 $2F$,还受到四根绳子的拉力,每根绳子的拉力设为 T ,把拉力 T 正交分解,这四个拉力在竖直方向的合力等于 $2F$,故有 $4T \cos 60^\circ = 2F$,解得 $T = F$ 。

⑬ (1) 由一个弹簧测力计拉橡皮条至 O 点的拉力一定沿 AO 方向;而根据平行四边形定则作出的合力,由于误差的存在,不一定沿 AO 方向,故一定沿 AO 方向的是 F' 。

(2) 一个力的作用效果与两个力的作用效果相同,它们的作用效果可以等效替代, B 正确。

(3) ① 根据“验证力的平行四边形定则”实验的操作步骤可知,有重要遗漏的步骤的序号是 C、E。

② 在 C 中未记下两条细绳的方向, E 中未说明是否把橡皮条的结点拉到同一位置 O 。

⑭ (1) 弹簧测力计的最小刻度为 0.1 N ,读数时应估读一位,所以读数分别为 2.50 N 和 4.00 N 。

(2) 取一个小方格的边长表示 0.50 N ,作出两个力及它们的合力如图所示。

(3) F' 是用一个弹簧测力计拉橡皮筋所得到的,其方向一定在橡皮筋所在直线上,所以 b 图符合实际。产生误差的原因主要是弹簧测力计读数偏差,确定分力方向不够准确等。

第2节 力的分解

→ 正文 P65

答案

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 C | 2 B | 3 D | 4 B | 5 B |
| 6 B | 7 C | 8 B | 9 A | 10 A |
| 11 A | 12 D | 13 D | 14 B | |

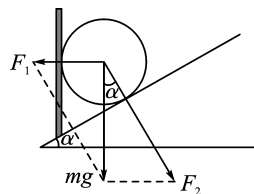
解析

① A 项中物体重力分解为垂直于斜面使物体压紧斜面的分力 G_1 和沿斜面向下使物体向下溜的分力 G_2 ; B 项中物体的重力分解为沿两条细绳使细绳张紧的分力 G_1 和 G_2 , A、B 项图画得正确; C 项中物体的重力应分解为垂直于两接触面使物体压紧两接触面的分力 G_1 和 G_2 , 故 C 项图画错; D 项中物体的重力分解为水平向左压紧墙的分力 G_1 和沿绳向下使绳张紧的分力 G_2 , 故 D 项图画得正确。

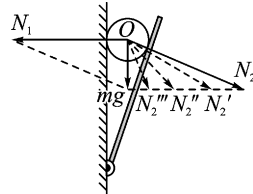
② 减速带对车轮的弹力方向垂直车轮和减速带的接触面,指向受力物体,故 A、C 错误;按照力的作用效果分解,将 F 可以分解为水平方向和竖直方向,水平方向的分力产生的效果减慢汽车的速度,竖直方向的分力产生向上运动的作用效果,故 B 正确, D 错误。

③ 杆顶在人的手掌心,杆能够绕支撑点转动,弹力应沿杆的方向。绳子被拉长了,有收缩的趋势,所以绳子对手指的拉力应沿绳指向 A 点;杆因为与掌心发生挤压,杆要恢复形变,对掌心产生弹力,故 D 正确。

④ 重力使小球与竖直挡板和斜面之间发生挤压,产生微小形变,所以重力分力的方向分别垂直于挡板和斜面,分解重力如图所示。由几何关系有:小球对斜面压力 $F_2 = mg / \cos \alpha$,对挡板的压力为 $F_1 = mg \tan \alpha$, 知 B 正确。



第4题图



第5题图

⑤ 如图所示,把 mg 按它的两个效果进行分解如图所示。在木板缓慢转动时, N_1 的方向不变, mg 、 N_1 、 N_2 应构成一个闭合的三角形。 N_2 始终垂直于木板,随木板的转动而转动,由图可知,在木板转动时, N_2 变小, N_1 也变小,选项 B 正确。

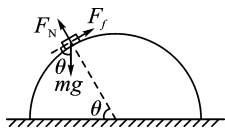
⑥ G 的两分力 F_1 和 F_2 是实际上并不存在的力,应与其他实际力区别开来,题中 A、C、D 选项将两个并不存在的力“ F_1 和 F_2 ”与真实力“物体对斜面的压力和物体受到的静摩擦力”混为一谈,显然是错误的,物体受到的力是真实力, A、C、D 选项错误;由物体的平衡条件以及牛顿第三定律的知识,可以

判断 B 选项正确。

- 7 由题意可以判断出,当倾角 $\alpha = 30^\circ$ 时,物块受到的摩擦力是静摩擦力,大小为 $f_1 = mg \sin 30^\circ$,当 $\alpha = 45^\circ$ 时,物块受到的摩擦力为滑动摩擦力,大小为 $f_2 = \mu N = \mu mg \cos 45^\circ$,由 $f_1 = f_2$ 得 $\mu = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 。

- 8 要使物块沿 AB 方向运动,恒力 F 与另一个力的合力必沿 AB 方向,当另一个力与 AB 方向垂直时为最小,故 $F' = F \sin \theta$, B 正确。

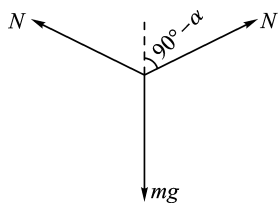
- 9 质量为 m 的小滑块静止在半径为 R 的半球体上,小滑块受到重力 mg 、球面的支持力 F_N 和摩擦力 F_f 作用,如图所示。重力 mg 产生两个效果,沿切线方向使物体下滑,其分力等于摩擦力的大小,则 $F_f = mg \sin (90^\circ - \theta) = mg \cos \theta$;沿半径方向压紧球面,其分力大小等于支持力大小,则 $F_N = mg \cos (90^\circ - \theta) = mg \sin \theta$,由此可知 B、C、D 均错误, A 正确。



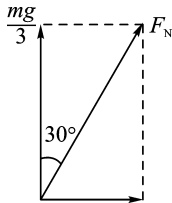
第 9 题图

- 10 不加力时,物块恰好静止在斜面上,说明 $\mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$,加竖直向下的外力 F 后,由于 $\mu(mg + F) \cos \theta \geq (mg + F) \sin \theta$,物块仍然静止, A 正确, B 错误;不加 F 时物块受到的静摩擦力大小等于 $mg \sin \theta$,加 F 后静摩擦力大小等于 $(mg + F) \sin \theta$,变大, C 错误;物块受到的合外力始终等于零, D 错误。

- 11 以石块为研究对象,其受力分析如图所示,因为石块静止,分解重力有: $2N \sin \alpha = mg$,解得 $N = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$, A 正确。



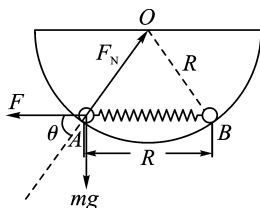
第 11 题图



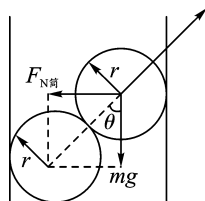
第 12 题图

- 12 由题意知,每根支架上的弹力方向均沿着支架,且 $F_1 = F_2 = F_3 = F_N$,对相机受其中一根支架的支持力沿水平方向与竖直方向进行正交分解,在竖直方向上由受力平衡得 $3F_N \cos 30^\circ = mg$,则 $F_1 = F_2 = F_3 = \frac{2\sqrt{3}}{9}mg$ 。

- 13 以 A 球为研究对象,小球受三个力:重力、弹力和碗的支持力。如图所示,由平衡条件,得到: $\tan \theta = \frac{mg}{kx}$,解得: $x = \frac{mg}{k \tan \theta}$,根据几何关系得: $\cos \theta = \frac{1}{2}$,则 $\tan \theta = \sqrt{3}$,所以 $x = \frac{mg}{k \tan \theta} = \frac{\sqrt{3}mg}{3k}$,故弹簧原长 $x_0 = \frac{\sqrt{3}mg}{3k} + R$,故 D 正确。



第 13 题图



第 14 题图

- 14 以 a、b 整体为研究对象进行受力分析,筒底对两个球整体支持力等于两球的重力,故图甲圆筒底受到的压力等于图乙圆筒底受到的压力,选项 A 错误;以 a、b 整体为研究对象进行受力分析,两侧的两个压力是大小相等的,再以上面球为研究对象进行受力分析,如图所示,由几何知识可知 $F_{N_{筒}} = mg \tan \theta$,故侧壁的压力与上面球的重力成正比,由于球 a 的质量大于球 b 的质量,故乙图中球对侧面的压力较大,选项 B 正确, C、D 错误。

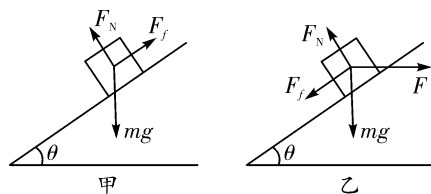
第 3 节 共点力的平衡

→ 正文 P67

答案

- | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|
| 1 B | 2 D | 3 A | 4 C | 5 D |
| 6 A | 7 CD | 8 AB | 9 C | 10 BC |
| 11 BD | 12 A | 13 B | 14 C | 15 D |
| 16 D | 17 B | 18 A | 19 A | 20 CD |
| 21 C | 22 D | 23 B | 24 BD | 25 AD |
| 26 BD | 27 BD | | | |

- 28 设木块与斜面间的动摩擦因数为 μ ,第一次匀速下滑,受力分析如图甲所示,则 $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$,解得 $\mu = \tan \theta = 0.75$,



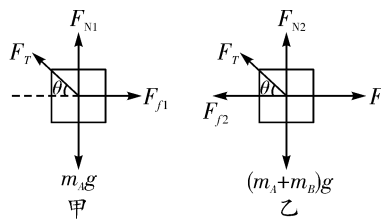
第 28 题图

第二次在水平恒力 F 的作用下匀速向上运动,受力分析如图乙,则

$$F \cos \theta = mg \sin \theta + \mu F_N = mg \sin \theta + \mu (F \sin \theta + mg \cos \theta),$$

解得 $F = 240 \text{ N}$ 。

- 29 (1) 对 A 受力分析如图甲所示,由题意得沿水平方向: $F_T \cos \theta = F_{f1}$,
 $F_{N1} + F_T \sin \theta = m_A g$,其中 $F_{f1} = \mu_1 F_{N1}$,
 联立解得 $F_T = 100 \text{ N}$ 。



第 29 题图

(2) 对 A、B 整体受力分析如图乙所示,由题意得:

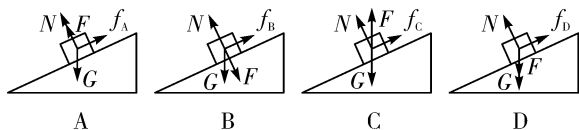
$$\text{沿水平方向: } F_T \cos \theta + F_{f2} = F,$$

$$\text{沿竖直方向: } F_{N2} + F_T \sin \theta = (m_A + m_B) g, \text{ 其中 } F_{f2} = \mu_2 F_{N2},$$

$$\text{联立解得: } \mu_2 = 0.3.$$

解析

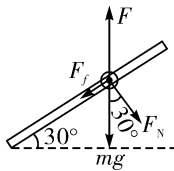
- 1 蚂蚁位于 $4R/5$ 高度处的切面与水平面成 θ 角,其正切值 $\tan \theta = 0.6$,利用物体平衡条件有: $mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$,解得 $\mu = 0.8$,知 B 正确。
- 2 物体原来受静摩擦力 $f = G \sin \theta$,施力后如下图所示,四种情况都有静摩擦力, A 图中 $f_A = G \sin \theta$; B 图中 $f_B = G \sin \theta$; C 图中 $f_C = (G - F) \sin \theta$; D 图中 $f_D = (G + F) \sin \theta$ 。(θ 为斜面倾角)



第2题图

- 3 设两个物块的质量均为 m , B 与斜面之间动摩擦因数为 μ 。以 A、B 整体为研究对象。根据平衡条件得 $2mg \sin \alpha = 2\mu mg \cos \alpha + \mu mg \cos \alpha$,解得 $\mu = \frac{2}{3} \tan \alpha$,故 A 正确。
- 4 当物块所受外力 F 为最大值 F_1 时,具有向上的运动趋势,由平衡条件可得: $F_1 = mg \sin \theta + f_m$;同理:当物块所受外力 F 为最小值 F_2 时,具有向下的运动趋势,即 $F_2 + f_m = mg \sin \theta$ 。联立解得 $f_m = \frac{F_1 - F_2}{2}$, $F_1 + F_2 = 2mg \sin \theta$,由于 m 和斜面的倾角 θ 未知,故选项 C 正确;选项 A、B、D 错误。

- 5 对圆环受力分析如图所示,由于 $F = 10 \text{ N} > mg = 5 \text{ N}$,所以杆对环的弹力 F_N 垂直杆向下,杆对环还有沿杆向下的静摩擦力 F_f ,则 F_N 与 F_f 的合力应竖直向下,大小为 $F_{\text{合}} = F - mg = 5 \text{ N}$,所以 $F_N = F_{\text{合}} \cos 30^\circ = \frac{5}{2}\sqrt{3} \text{ N}$, $F_f = F_{\text{合}} \sin 30^\circ = 2.5 \text{ N}$ 。综上可知选项 D 正确。



第5题图

- 6 取物块与斜劈整体作为研究对象,由于物块匀速运动、斜劈静止,故整体所受外力之和必为零。分析整体的受力可知,由于重力、地面的支持力方向都沿竖直方向,若地面的摩擦力不为零时,其合力方向只能沿水平方向,必导致整体的合力不为零与题述矛盾,故只有 A 正确。
- 7 把 M 、 m 看作一个整体,则在竖直方向上有 $F_N + F \sin \theta = (M + m)g$,方向水平向左,所以 $F_N = (M + m)g - F \sin \theta$,在水平方向上, $F_f = F \cos \theta$,选项 C、D 正确。
- 8 物体 A 对物体 B 的最大静摩擦力 $f_{m1} = 2\mu mg$,物体 B 与地面之间的最大静摩擦力 $f_{m2} = 3\mu mg$,当 A 加速运动时, $F - 2\mu mg = ma$,地面给 B 的摩擦力为 $2\mu mg$,即 $F > 2\mu mg$,知 A、B 正确; C 由摩擦力提供加速度,因为保持相对静止,知 $f_{AC} < \mu mg$,C、D 错误。
- 9 静摩擦力对人提供动力,方向水平向右,A 错误;将工人和运料车视为一个整体,整体处于平衡状态,其中人推车的力是内力,知工人受到的摩擦力与车受到的摩擦力大小相等,方向相反,知 B 错误;小车对工人有斜向左上方的支持力,工人对地的压力小于其自重,C 正确;运料车做匀速直线运动,受

的合外力为零,D 错误。

- 10 因为气球受到竖直向上的空气浮力不变,将石块和气球视为一个整体,知石块对地的压力不变,A 错误;当风速增大时,气球受到的水平风力也随之增大,绳子与水平面夹角减小,绳拉力的水平分力增大,竖直分量不变,石块受到的静摩擦力增大,绳子张力增大,知 B、C 正确;气球受到的合力始终为零,D 错误。

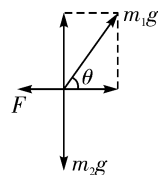
- 11 分解重力得: $F_N = mg \tan \alpha$,B 正确;绳子拉力 $F_T = \frac{mg}{\cos \alpha}$,绳子变短时, α 角变大,知 A、C 错误,D 正确。

- 12 m_2 受互成 120° 的三个力处于平衡状态,绳子的张力 $F_T = m_2 g$,杆对球 m_1 的支持力与杆垂直,和竖直方向成 30° 角,根据对称性知 $F_T = m_1 g$,A 正确。

- 13 设轻绳的张力为 F ,圆弧面对 m_2 的弹力为 F_N ,由对称性可知, $F_N = F$,由于 m_1 、 m_2 均静止,由平衡条件可得: $F = m_1 g \sin 60^\circ$, $F \cos 30^\circ + F_N \cos 30^\circ = m_2 g$ 。联立解得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{3}$, B 正确。

- 14 将倾斜绳拉力 $m_1 g$ 沿竖直方向和水平方向分

解,如图所示,则 $m_1 g \cdot \sin \theta = m_2 g$,可得 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{5}{4}$,选项 C 正确。



- 15 对两个球整体受力分析,水平方向受向左的 F 和向右的 $3F$,故上面绳子一定向右偏;设上面绳子与竖直方向夹角为 α ,则: $F_T \sin \alpha = 2F$, $F_T \cos \alpha = 2mg$;设下面绳子与竖直方向夹角为 β ,则: $F_T' \sin \beta = F$, $F_T' \cos \beta = mg$,联立可得: $\alpha = \beta$,故选 D。

- 16 对甲绳,设绳子与滑轮接触点为 O ,绳子间夹角为 α_1 ,绳子拉力为 F_1 ,由几何关系有 $AO \sin \frac{\alpha_1}{2} + OB \sin \frac{\alpha_1}{2} = AC$,同理当绳子 B 端移动到 C 点时,绳子与滑轮接触点为 O' ,绳子间夹角为 α_2 ,绳子拉力为 F_2 ,有 $AO' \sin \frac{\alpha_2}{2} + O'B \sin \frac{\alpha_2}{2} = AC$,由于绳子的长度没变,有 $AO + OB = AO' + O'B$,故有 $\alpha_1 = \alpha_2$,绳子与滑轮接触点受重物的重力和两绳子的拉力,由于绳子夹角不变,根据三力平衡可知,绳子拉力不变,即 $F_1 = F_2$;对乙绳,绳子 E 端移动到 F 点的过程中,设此时绳子拉力为 F_3 ,绳子间的夹角 α_3 显然变大,绳子与滑轮接触点受重力和两个绳子的拉力,再次根据共点力平衡条件可知 $F_3 = \frac{Mg}{2 \cos \frac{\alpha_3}{2}}$ 增大,又

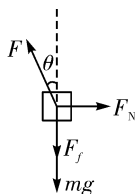
有 $T_1 = F_1 = F_2$, $T_2 = F_3$,即 T_1 不变, T_2 变大,故选项 D 正确。

- 17 当雨滴匀速下落时,根据物体平衡条件 $\frac{4}{3} \pi r^3 \rho g = k \pi r^2 v^2$,化简知 B 正确。

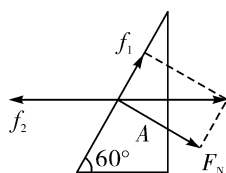
- 18 由于以同样速率匀速上升,则所受的阻力相等。设减少的质量为 m ,运动过程中受到的阻力为 F_f 。在匀速下降过程中: $F + F_f = Mg$;在匀速上升过程中: $F = (M - m)g + F_f$ 。联立两式解得 $m = 2 \left(M - \frac{F}{g} \right)$,A 选项正确。

- 19 铁块 b 匀速运动,故铁块 b 受重力、 a 对它的垂直斜面向上的支持力和沿斜面向上的静摩擦力,选项 A 正确;将 a 、 b 看作一个整体,竖直方向有 $F = G_a + G_b$,选项 D 错误;整体水平方向不受力,故木块与竖直墙面间不存在水平弹力,没有弹力也就没有摩擦力,选项 B、C 错误。

- 20 当物体向上匀速滑动时,对物体进行受力分析,如图所示。则有 $F \cos \theta = mg + F_f$, $F \sin \theta = F_N$, $F_f = \mu F_N$,解之得 $F = \frac{mg}{\cos \theta - \mu \sin \theta}$,选项 C 正确。当物体向下匀速滑动时,摩擦力 F_f 向上,同理可得 $F = \frac{mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$,选项 D 正确。



第 20 题图



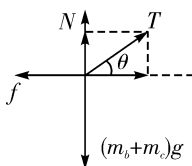
第 21 题图

- 21 对 A 受力分析如图所示, A 在水平方向受到 B 对 A 的压力 F_N 、B 对 A 沿斜面向上的摩擦力 f_1 、桌面对 A 的摩擦力 f_2 三个力的作用而处于平衡状态,合力为零,选项 A、B 错误;对 A 由平衡条件有 $\frac{F_N}{\sin 60^\circ} = f_2$,故 B 对 A 的压力小于桌面对物体 A 的摩擦力,选项 C 正确;对 B 受力分析知, B 在水平方向上受到水平方向的推力、A 对 B 的压力、A 对 B 的摩擦力、桌面对 B 的摩擦力共四个力的作用,选项 D 错误。

- 22 取 O 点为研究对象进行受力分析可知, $F_{TA} < F_{TB}$, m 受水平面的静摩擦力的方向水平向左, D 正确。

- 23 对 P 受力分析, P 受到重力、拉力和 Q 对 P 的支持力处于平衡状态,设拉力与竖直方向的夹角为 θ ,设球 P 的质量为 m ,根据共点力平衡有:拉力 $F = \frac{mg}{\cos \theta}$, Q 对 P 的支持力 $F_N = mg \tan \theta$ 。铅笔缓慢下移的过程中, θ 增大,则拉力 F 增大, Q 对 P 的支持力增大,故 A 错误。对 Q 受力分析知,在水平方向上 P 对 Q 的压力增大,则墙壁对 Q 的弹力增大,在竖直方向上重力与摩擦力相等,所以 Q 受到的摩擦力不变, Q 不会从墙壁和小球之间滑落,故 B 正确, C、D 错误。

- 24 在 a 中沙子缓慢流出的过程,细绳中拉力减小,由于无法判断物块 b 的重力沿斜面向下的分力和拉力大小的关系, b 对 c 的摩擦力方向可能平行斜面向上,也可能平行斜面向下,所以 b 对 c 的摩擦力不一定减小,选项 A 错误, B 正确;把 b 和 c 看作整体,受力分析,由平衡条件知,地面对 c 的摩擦力方向一定向左 $f = T \cos \theta$, T 减小,地面对 c 的摩擦力一定减小,选项 C 错误, D 正确。



第 24 题图

- 25 对 A 物体,据平衡条件得 $mg \sin 30^\circ = kx$,其中 $x = L_0 - L$,解得 $L_0 = L + \frac{mg}{2k}$, A 正确, B 错误;对 A、B 构成的整体,据平衡条件得 $F \cos 30^\circ = 2mg \sin 30^\circ$,解得 $F = \frac{2\sqrt{3}}{3}mg$, C 错误, D

正确。

- 26 容器和小球组成的系统与水平面间的摩擦力为零,没有相对水平面的运动趋势, A 错误;容器对小球的弹力沿半径指向球心 O, B 正确;由 $F_N \sin \theta + F \sin \theta = mg$, $F_N \cos \theta = F \cos \theta$,可得: $F = F_N = mg$, C 错误;由 $F = kx$ 可得弹簧的压缩量 $x = \frac{mg}{k}$,弹簧的原长 $L_0 = L_{OP} + x = R + \frac{mg}{k}$, D 正确。

- 27 当 B 向右移一小段距离后,悬挂小球 A 的细线间夹角 β 增大,与 O' 相连的细线的拉力沿角 β 的角平分线,知 α 增大, B 正确, A 错误;增大小球 A 质量,角 α 增大, C 错误;当角 $\beta = 120^\circ$ 时,细线的合力才等于小球 A 的重力,而 β 角小于 90° ,知 D 正确。

微专题 2 动态平衡

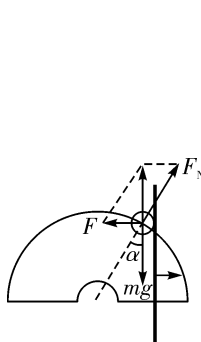
→ 正文 P71

答案

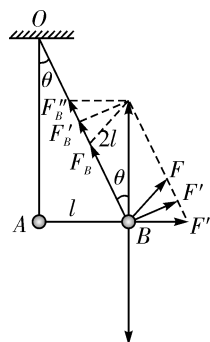
- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|
| 1 B | 2 A | 3 C | 4 A | 5 AD |
| 6 C | 7 C | 8 C | | |

解析

- 1 某时刻小球的受力如图所示,设小球与半球面的球心连线跟竖直方向的夹角为 α ,则 $F = mg \tan \alpha$, $F_N = \frac{mg}{\cos \alpha}$,随着挡板向右移动, α 角越来越大,则 F 和 F_N 都要增大, B 项正确。

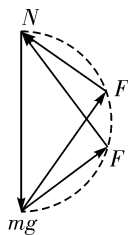


第 1 题图

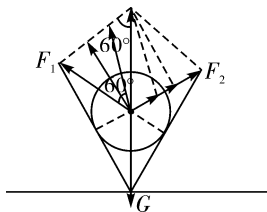


第 2 题图

- 2 对 A 球受力分析可知,因 O、A 间绳竖直,则 A、B 间绳上的拉力为 0。对 B 球受力分析如图所示,则可知当 F 与 O、B 间绳垂直时 F 最小, $F_{\min} = G \sin \theta$,其中 $\sin \theta = \frac{L}{2L} = 0.5$,则 $F_{\min} = \frac{1}{2}G$,故 A 项正确。
- 3 系统最终平衡时,绳的拉力 F 大小仍为 $m_A g$,由二力平衡可得 $2F \sin \theta = m_B g$,故 θ 角不变,但因悬点由 Q 到 P,左侧部分绳子变长,故 A 应升高,所以 C 项正确。
- 4 由于球缓慢地由 A 运动到 B,因此球可以看成是动态平衡,对球受力分析可知,轨道对球的弹力 N 与球受到的拉力 F 始终垂直,且两个力合力恒与重力等大反向,因此三个力首尾相连接,构成封闭直角三角形,由图解法可知,随着 F 与竖直方向的夹角减小, F 增大, N 减小, A 项正确。



第 4 题图

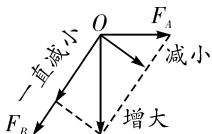


第 5 题图

- 5 以球为研究对象进行受力分析,当 $\theta = 60^\circ$ 时,根据对称性,两板对球的支持力大小相等,它们间夹角为 120° ,根据力的合成知, $F_1 = F_2 = G$, A 正确, B 错误;当挡板顺时针转过 60° 过程中,如图所示,构建不同位置的平行四边形知, F_1 先减小后增大,即球对挡板的压力先减小后增大, F_2 一直减小,即球对斜面的压力不断减小,知 C 错误, D 正确。

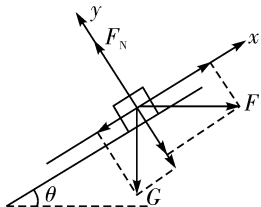
- 6 因为 O 点位置不变, A、B 两弹簧的拉力的合力大小不变,方向沿 DO, 构建平行四边形, 如图所示, 知 C 正确。

- 7 圆环受到三个力, 拉力 F、两绳子的拉力 F_T , 三力平衡, 故两个绳子的拉力的合力与拉力 F 始终大小相等, 方向相反, 由于两个绳子的拉力大小总等于 mg , 夹角越大, 合力越小, 且合力在角平分线上, 故拉力 F 逐渐变小, 由于 F 始终与绳子拉力的合力方向相反, 知拉力 F 与水平方向夹角 θ 逐渐减小, 知 C 正确。



第 6 题图

- 8 对物体 A 受力分析: A 受重力、支持力、推力及摩擦力而处于平衡状态。受力分析及正交分解如图所示, 在 y 轴方向上, $F_N = G \cos \theta + F \sin \theta$, 则当推力 F 减小时, 支持力 F_N 一定减小, 沿斜面方向上: 若推力沿斜面向上的分力大于重力沿斜面向下的分力, 则摩擦力向下, 有 $F \cos \theta = mg \sin \theta + f$, 若推力减小, 则摩擦力减小; 若推力沿斜面向上的分力小于重力沿斜面向下的分力, 则摩擦力向上, 有 $mg \sin \theta = F \cos \theta + f$, 若推力减小, 则摩擦力变大; 故 A、B、D 错误, C 正确。



第 8 题图

单元综合

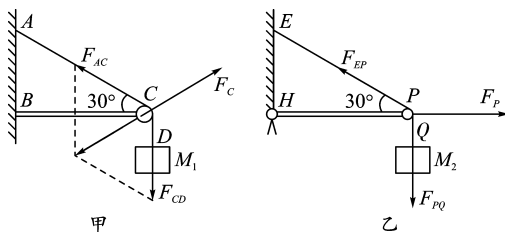
第 4 章 专题 突破专练

正文 P72

答案

- 1 C 2 D 3 CD 4 C 5 AD
6 A 7 D 8 C 9 B 10 C
11 B 12 ABC 13 B 14 C 15 AC
16 B 17 BC

- 18 题图甲和乙中的两个物体 M_1 、 M_2 都处于平衡状态, 根据平衡条件可判断, 与物体相连的细绳拉力大小等于物体的重力。分别取 C 点和 P 点为研究对象, 进行受力分析, 如图甲和乙所示。



第 18 题图

- (1) 图甲中轻绳 AD 跨过定滑轮拉住质量为 M_1 的物体, 物体处于平衡状态,

绳 AC 段的拉力 $F_{AC} = F_{CD} = M_1 g$,

图乙中由 $F_{EP} \sin 30^\circ = F_{PQ} = M_2 g$,

得 $F_{EP} = 2M_2 g$, 所以得 $\frac{F_{AC}}{F_{EP}} = \frac{M_1 g}{2M_2 g} = \frac{1}{2}$ 。

- (2) 图甲中, 根据几何关系得

$F_C = F_{AC} = M_1 g = 100 \text{ N}$, 方向和水平方向成 30° 角斜向右上方。

- (3) 图乙中, 根据平衡条件有 $F_{EP} \sin 30^\circ = M_2 g$, $F_{EP} \cos 30^\circ = F_P$, 所以 $F_P = M_2 g \cot 30^\circ = \sqrt{3} M_2 g = 100 \sqrt{3} \text{ N}$, 方向水平向右。

- 19 D 20 AC 21 A 22 B 23 C
24 C 25 BD 26 D 27 D

- 28 根据二力平衡知, CD 绳子的拉力等于所吊物体的重力, 即 $F_{CD} = G$ 。

绳子 AC 和绳子 BC 拉力的合力与 CD 段绳子的拉力大小相等, 即 $F = F_{CD} = G$, 画出力的示意图, 比较绳子

BC 和绳子 AC 拉力的大小, $\frac{F_1}{F_2} =$

$\frac{\sqrt{3}}{1}$, 说明绳子 BC 先达到 100 N , 即

第 28 题图

BC 绳先断, 由数学关系知 $F \cos 30^\circ = F_1$, 解得 $F = \frac{200\sqrt{3}}{3} \text{ N}$ 。

所以重物的重力不超过 $G = \frac{200\sqrt{3}}{3} \text{ N}$ 。

- 29 (1) BCE (2) C

- 30 (1) 静止 (2) 三根细线的方向 (3) 结点 O 的位置
(4) F 和 F' 在误差范围内重合

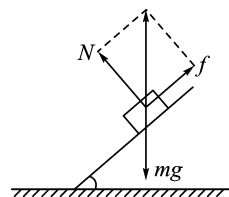
解析

- 1 对甲图: $F_2 \cos \theta = mg$, $F_1 = F_2 \sin \theta$, 可解得 $F_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3} mg$, $F_1 =$

$\frac{\sqrt{3}}{3} mg$; 对乙图: $2F_3 \cos \theta = mg$, 可解得 $F_3 = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$; 对丙图:

$F_4 = mg$; 故可知, F_2 最大, F_1 和 F_3 大小相等, 且最小, 只有 C 正确。

- 2 如图所示, 物体受重力 mg 、支持力 N 、摩擦力 f 而处于静止状态, 故支持力与摩擦力的合力必与重力等大反向, D 正确。



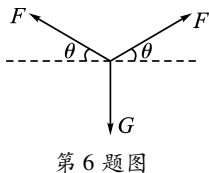
第 2 题图

- 3 由于匀速前进,故小孩和小车所受合力为零,知 A 错误,D 正确;拉力与摩擦力合力大小等于重力和支持力合力的大小,B 错误;拉力沿水平方向分力与摩擦力平衡,拉力与摩擦力的合力方向竖直向上,C 正确。

- 4 由题意可知, F_1 有两个可能的方向,故 F_2 有两个可能的方向,C 正确。

- 5 根据求合力的公式 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ (θ 为 F_1 、 F_2 的夹角),若 F_1 、 F_2 都变为原来的两倍,合力也一定变为原来的两倍,A 正确;对于 B、C 两种情况,力的变化不是按比例增大或减小的,不能判断合力的变化情况,B、C 错误;当力 F_1 与 F_2 方向相反且 $F_1 > F_2$ 时,若 F_2 增大, F 可能减小,故 D 正确。

- 6 设绳子与水平方向的夹角为 θ ,在竖直方向上由平衡条件有 $G = 2F\sin\theta$,所以 $F = \frac{G}{2\sin\theta}$,因坐着比躺着夹角 θ 小一些,所以拉力大,故选项 A 正确,选项 B 错误。两种情况下吊床对该人的作用力大小均等于人的重力,所以选项 C、D 错误。

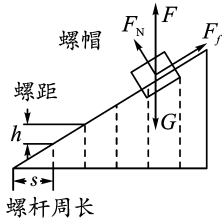


第 6 题图

- 7 分解千斤顶受到的压力,得到此时两臂受到的压力大小均为 1.0×10^5 N, A 错误;由牛顿第三定律可知,千斤顶对汽车的支持力大小为 1.0×10^5 N, B 错误;若继续摇动把手,两臂间的夹角减小,而合力不变,故两分力减小,即两臂受到的压力减小, C 错误, D 正确。

- 8 重力的分力与竖直方向的夹角为 θ , $2F_N\cos\theta = mg$,由几何关系知 $\cos\theta = \frac{\sqrt{4R^2 - d^2}}{2R}$,解得 $F_N = \frac{mgR}{\sqrt{4R^2 - d^2}}$, C 正确。

- 9 在瓢虫往上爬时,瓢虫与碗接触处的切面与水平面的夹角不断变大,重力垂直于切面的分力不断减小,瓢虫与碗壁的挤压效果变弱,所以弹力逐渐减小, A 错误;瓢虫的重力沿切面向下的分力不断增大,所以静摩擦力不断增大,瓢虫往上爬行的动力是由静摩擦力提供,而不是滑动摩擦力, B 正确, C 错误;瓢虫往上爬时,所受合外力为零,碗对瓢虫的作用力大小等于瓢虫的重力,方向与重力方向相反, D 错误。



第 10 题图

- 10 将螺丝类比为金属框上的小铁块进行分析研究,并将其展成平面,如图所
示,由几何关系知 $h = \tan\theta = s\lambda$,在 R 一定时,螺丝的螺距与 λ 成正比, A 错误;当螺丝旋紧以后,相当于加了一个竖直向上的推力 F ,有 $\mu(F - mg)\cos\theta > (F - mg)\sin\theta$,即 $\lambda = \tan\theta < \mu$, C 正确, B、D 错误。

- 11 开始时,物块在斜面上受重力 mg ,斜面的支持力 N 和摩擦力 f 、水平力 F 作用,物块处于静止状态,因此 f 为静摩擦力,根据共点力平衡条件可知,在垂直于斜面的方向上有 $N = mg\cos\alpha$,在平行于斜面的方向上有 $f = \sqrt{F^2 + (mg\sin\alpha)^2}$,由于水平力 F 与斜面平行,因此即使撤去外力 F ,对垂直于斜面方向上的受力情况也无影响,故选项 D 错误;当撤去外力

F 后,在平行于斜面方向上,除斜面对物块的摩擦力以外,只剩下重力沿斜面向下的分力,且有 $mg\sin\alpha < \sqrt{F^2 + (mg\sin\alpha)^2}$,所以此时斜面对物块的摩擦力仍然是静摩擦力,故选项 A 错误;且有 $f' = mg\sin\alpha$,故选项 B 正确, C 错误。

- 12 绳中张力大小等于物体 Q 的重力大小,且其大小保持不变,故 A 正确;令斜木板与水平面夹角为 α ,物体 P 对斜板压力等于 $m_P g \cos\alpha$,倾角由 37° 变为 45° ,压力变小,故 C 正确;当 $\alpha = 37^\circ$ 时, P 受到的静摩擦力 $F_f = m_Q g - m_P g \sin 37^\circ = 0.15m_P g$,方向沿斜板向下,当 $\alpha = 45^\circ$ 时, P 受到的静摩擦力 $F_f' = m_Q g - m_P g \sin 45^\circ \approx 0.04m_P g$,方向仍沿斜板向下,故 B 正确, D 错误。

- 13 用力 F_1 推物体沿斜面匀速上滑时,有 $F_1 = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$;用力 F_2 推物体沿斜面匀速上滑时,有 $F_2\cos\theta = mg\sin\theta + \mu(mg\cos\theta + F_2\sin\theta)$,由上式解得 $F_2 = \frac{mg(\sin\theta + \mu\cos\theta)}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$,则有 $\frac{F_1}{F_2} = \cos\theta - \mu\sin\theta$,故选项 B 正确。

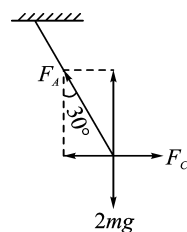
- 14 对物块 P 受力分析可知,若推力 F 与弹簧弹力的合力与物块重力沿斜面向下的分力平衡,则物块 P 与斜面之间无摩擦力, A 错误;弹簧处于拉伸或压缩状态时物块 P 均可能保持静止, B 错误;由整体法可知地面对斜面体 A 的静摩擦力平衡了推力 F 沿水平方向向右的分力, C 正确;增大推力 F ,若物块 P 仍保持静止,则弹簧的弹力不变, D 错误。

- 15 由于 B 受到的重力沿斜面向下的分力与绳对它的拉力关系未知,所以 B 受到 C 的摩擦力情况不确定, A 正确;对 B 、 C 整体, C 受到水平面的摩擦力与拉力的水平分力等大反向,水平面对 C 的支持力等于 B 、 C 的总重力大小与拉力的竖直分力的差值,故 C 正确, B、D 错误。

- 16 由题图可知,滑轮两边绳的拉力均为 F_1 ,对滑轮有 $2F_1\cos\frac{\theta}{2} = mg$,当重物上升时, $\frac{\theta}{2}$ 变大, $\cos\frac{\theta}{2}$ 变小, F_1 变大。对该同学来说,应有 $F_2' + F_1 = mg$,而 F_1 变大, mg 不变, F_2' 变小,即对地面的压力 F_2 变小,综上所述可知选项 B 正确。

- 17 动滑轮受三个共点力而平衡,两绳拉力大小相等,其合力与脚受到的拉力等大,两绳的合力随夹角的增大而减小, D 错误;脚向左移动时,两绳间夹角变小,合力变大, C 正确;绳子长度变化不影响两绳间夹角, A 错误;只增加重物的质量,则两绳拉力均增大,脚受到的拉力也随之增大, B 正确。

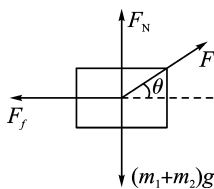
- 19 弹簧 A 、 C 的弹力可看成两小球构成的系统的外力,可用整体法分析。以两个小球及弹簧 B 整体为研究对象,受力分析如图所示,则根据平衡条件,在水平方向上有 $F_A\sin 30^\circ = F_C$,即 A 、 C 两弹簧的弹力之比 $F_A : F_C = 2 : 1$ 。由于两弹簧完全相同,根据胡克定律知,两弹簧的伸长量之比 $x_A : x_C = F_A : F_C = 2 : 1$, D 正确。



第 19 题图

- 20 将 m_1 、 m_2 和弹簧看作整体,受力分析如图所示,根据平衡条件得 $F_f = F\cos\theta$, $F_N + F\sin\theta = (m_1 + m_2)g$,则 $F_N = (m_1 + m_2)g -$

$F \sin \theta$, 故选项 A、C 正确。



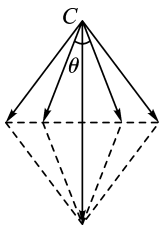
第 20 题图

- 21 取物块与斜面整体作为研究对象, 由于物块匀速运动、斜面静止, 故整体所受外力之和必为零。分析整体的受力可知, 重力、地面的支持力方向都沿竖直方向, 若地面的摩擦力不为零, 其合力方向只能沿水平方向, 必导致整体的合力不为零, 与题述矛盾, 故只有 A 正确。

- 22 以 P、Q 两个环为整体, 对其受力分析可知, 竖直方向上 $F_N = 2mg$, 与 P 环位置无关; 以 Q 环为研究对象并受力分析, 设 $\angle ABO = \theta$, 分解拉力 F_T 得 $F_T \cos \theta = mg$, $F_T = \frac{mg}{\cos \theta}$, θ 角由于 P 环左移而减小时, 拉力 F_T 减小, B 正确。

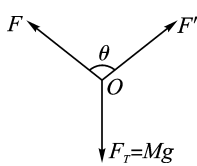
- 23 将 A、B 视为一个整体, 则 A 对地面的压力大小等于两个物体的重力与力 F 之和, 知 F_3 变大; A 对 B 的支持力 F_2 的竖直分力平衡 B 球的重力和力 F, 当 F 增大时, F_2 增大, 则其水平分力增大, F_2 的水平分力大小等于力 F_1 , 故 C 正确, A、B、D 错误。

- 24 把 A、B、C 看作整体受力分析, 由平衡条件可知, 地面对 A 的支持力的大小等于 $2mg$, 由牛顿第三定律可知, A 对地面的压力大小为 $2mg$, 选项 A 错误; 隔离 A 受力分析, A 受到地面对 A 的作用力 (包括支持力和摩擦力)、重力和 C 对 A 的作用力, 由于 C 对 A 的作用力的方向由 O_3 指向 O_1 , 所以地面对 A 的作用力的方向不是由 O_1 指向 O_3 , 而是 C 对 A 的作用力和 A 的重力的合力的反方向, 选项 B 错误; 隔离 C 受力分析, 如图所示, 在重力不变的情况下, 若 l 减小, 合力不变, 分解为两个等大的分力, 两分力随夹角 θ 的减小而减小, 选项 C 正确; 隔离 B 受力分析, 由平衡条件可知, 若 l 减小, 地面对 B 的摩擦力减小, 选项 D 错误。



第 24 题图

- 25 系统处于平衡状态, 以整体为研究对象, 在竖直方向: $2F_f = (2m + M)g$, $F_f = \frac{2m + M}{2}g$, 与两板间距离无关, B 正确; 以点 O 为研究对象, 受力如图所示, 且 $F = F'$, 根据平衡条件有 $2F \cos \frac{\theta}{2} = Mg$, 所以



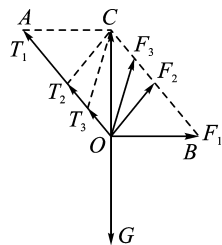
第 25 题图

$F = \frac{Mg}{2 \cos \frac{\theta}{2}}$, 挡板间的距离稍许增大后, 硬杆 OO_1 、 OO_2 之间

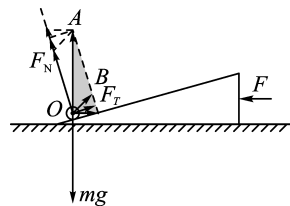
的夹角 θ 变大, F 变大, 则 $F_N = F \sin \frac{\theta}{2}$ 变大, 即木块与挡板间正压力变大, D 正确。

- 26 在绳 OB 转动的过程中物块始终处于静止状态, 所受合力始终为零, 如图为绳 OB 转动过程中结点的受力示意图, 由图

可知, 绳 OB 的张力先变小后变大。



第 26 题图



第 27 题图

- 27 用水平力 F 缓慢推动斜面体时, 小球受重力、绳的拉力 F_T 和垂直于斜面的支持力 F_N , 在斜面体缓慢移动过程中, F_N 方向不变, 由三力平衡知其动态变化如图所示, F_T 先减小后增大, F_N 逐渐增大。
- 29 (1) 首先应明白该实验的实验原理, 即用橡皮筋的伸长量来表示弹力的大小, 所以实验中一定要测橡皮筋的长度, 而没必要关心细绳 a、b 的长度, 选项 B 和 C 中的操作是需要的, 为了确保力的合成的等效性, 需要记录题图乙中结点 O' 的位置及过结点 O' 的竖直方向, 选项 E 中的操作是必需的。
- (2) 为了能用橡皮筋的伸长量表示弹力大小, 满足 $F = kx$, 应让 k 值相同, 即橡皮筋的材料、粗细、原长均要相同, 选项 C 正确。
- 30 (1) 要测量装满水的水壶的重力, 则应记下水壶静止时电子秤的示数 F;
- (2) 要画出平行四边形, 则需要记录分力的大小和方向, 所以在白纸上记下结点 O 的位置的同时也要记录三根细线的方向以及电子秤的示数 F_1 ;
- (3) 已经记录了一个分力的大小, 还要记录另一个分力的大小, 则结点 O 的位置不能变化, 力的方向也都不能变化, 所以应使结点 O 的位置和三根细线的方向与 (2) 中重合, 记录电子秤的示数 F_2 ;
- (4) 根据平行四边形定则作出 F_1 、 F_2 的合力 F' 的图示, 若 F 和 F' 在误差范围内重合, 则平行四边形定则得到验证。

第 4 章 真题 分类专练

正文 P76

答案

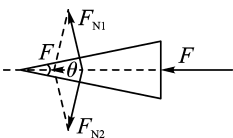
- 1 C 2 BC 3 AD 4 C
5 AB 6 BD
7 (1) 3.00 4.00 (2) 变大 变大

解析

- 1 细线对轻环的拉力的合力与圆弧对轻环的支持力等大反向, 即沿半径方向; 两侧细线对轻环拉力相等, 故轻环所在位置对应的圆弧半径为两细线的角平分线, 因为两个轻环间的距离等于圆弧的半径, 故两个轻环与圆弧圆心的连接构成等边三角形; 小球对细线的拉力方向竖直向下, 由几何知识可知, 两个轻环间的细线夹角为 120° , 对小物块进行受力分析, 由三力平衡知识可知, 小物块质量与小球质量相

等,均为 m , C 项正确。

- ② 将力 F 进行分解,如图所示,根据对称性得力 F 的两个分力大小相等,方向与木楔两侧面垂直,有 $2F_N \sin \frac{\theta}{2} =$

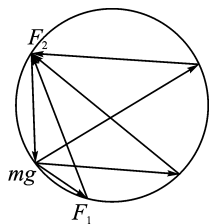


第2题图

F , 化简有 $F_N = \frac{F}{2 \sin \frac{\theta}{2}}$, 当 F 大小一

定时,角度 θ 越小, F_N 越大, θ 一定时, F 越大, F_N 越大,故 B、C 正确。

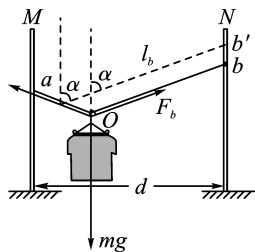
- ③ 以重物为研究对象,其受重力 mg 、 OM 绳的拉力 F_2 、 MN 绳的拉力 F_1 ,因物体总是处于平衡状态,三个力的合力始终为零,构成的矢量三角形如图所示,在 F_2 转至水平的过程中, MN 上的张力 F_1 逐渐增大, OM 上的张力 F_2 先增大后减小,故 A、D 正确, B、C 错误。



第3题图

- ④ F 水平时, $F = \mu mg$; 当保持 F 的大小不变,而方向与水平面成 60° 角时,则 $F \cos 60^\circ = \mu(mg - F \sin 60^\circ)$, 联立解得, $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$, 故选 C。

- ⑤ 设两杆间距离为 d , 绳长为 l , Oa 、 Ob 段长度分别为 l_a 和 l_b , 则 $l = l_a + l_b$, 两部分绳子与竖直方向夹角分别为 α 和 β , 受力分析如图所示。绳子中各部分张力相等, $F_a = F_b = F$, $\alpha = \beta$ 。满足 $2F \cos \alpha = mg$, $d = l_a \sin \alpha + l_b \sin \alpha = l \sin \alpha$, 即 $\sin \alpha = \frac{d}{l}$, $F = \frac{mg}{2 \cos \alpha}$, d 和 l 均不变, 则 $\sin \alpha$ 为定值, α 为定值, $\cos \alpha$ 为定值, 绳子的拉力保持不变, 衣服的位置不变, 故 A 正确, C、D 错误; 将杆 N 向右移一些, d 增大, 则 $\sin \alpha$ 增大, $\cos \alpha$ 减小, 绳子的拉力增大, 故 B 正确。



第5题图

- ⑥ 只要物块 a 质量不变, 物块 b 保持静止, 则连接 a 和 b 的细绳的张力就保持不变, 细绳 OO' 的张力也就不变, 选项 A、C 错误; 对物块 b 进行受力分析, 物块 b 受到细绳的拉力(不变)、竖直向下的重力(不变)、外力 F 、桌面的支持力和摩擦力。若 F 方向不变, 大小在一定范围内变化, 则物块 b 受到的支持力和物块 b 与桌面间的摩擦力也在一定范围内变化, 选项 B、D 正确。

- ⑦ (1) 弹簧测力计 a 的读数是 3.00 N ; 弹簧 OC 的拉力 $F = kx = 500 \times 1.00 \times 10^{-2} \text{ N} = 5.00 \text{ N}$, 则弹簧测力计 b 的读数可能为 $\sqrt{5.00^2 - 3.00^2} \text{ N} = 4.00 \text{ N}$ 。
(2) 若弹簧测力计 a 、 b 间夹角大于 90° , 保持弹簧测力计 a 与

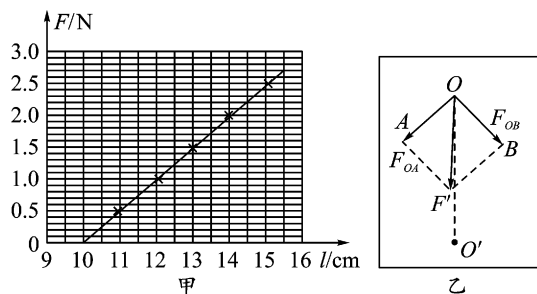
弹簧 OC 夹角不变, 减小弹簧测力计 b 与弹簧 OC 的夹角, 由力的平行四边形定则和力的图示可知, 弹簧测力计 a 、 b 的读数均变大。

第4章 单元测试卷

正文 P77

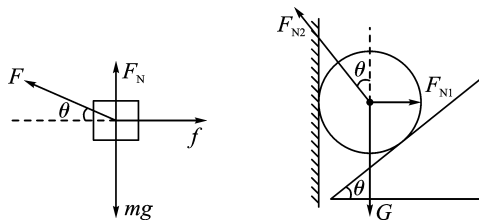
答案

- ① D ② A ③ C ④ B ⑤ C
⑥ B ⑦ BD ⑧ AB ⑨ AC
⑩ (1) BCD (2) ①标记结点 O 的位置 ②记录 OA 、 OB 、 OC 绳的方向 ③三段绳上所挂钩码的个数
⑪ (1) 如图甲所示 10.00 (9.80、9.90、10.10 均正确)
(2) 1.80 (1.70 ~ 1.90 均正确) (3) 如图乙所示
(4) $F_{OO'}$

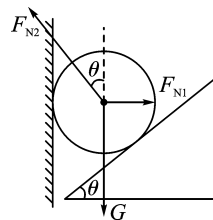


第11题图

- ⑫ 设细绳与水平方向的夹角为 θ 时滑块到 P 点最远, 最远距离为 L 。对滑块受力分析, 如图所示, 由平衡条件可知, $F \cos \theta = \mu F_N$, $F \sin \theta + F_N = mg$, 由胡克定律: $F = kx$, 几何关系 $x \sin \theta = h$, $x \cos \theta = L$, 可得 $L = \frac{\mu(mg - kh)}{k}$ 。



第12题图



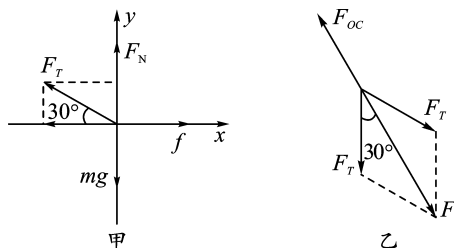
第13题图

- ⑬ (1) 金属球静止, 则它受到三个力的作用而平衡, 如图所示。由平衡条件可得墙壁对金属球的弹力为 $F_{N1} = G \tan 37^\circ = 40 \times \frac{3}{4} \text{ N} = 30 \text{ N}$ 。

(2) 斜面体对金属球的弹力为 $F_{N2} = \frac{G}{\cos 37^\circ} = 50 \text{ N}$, 由斜面体静止可知地面对斜面体的摩擦力大小为 $F_f = F_{N2} \sin 37^\circ = 30 \text{ N}$, 摩擦力的方向水平向左。

- ⑭ (1) 对物体 A 由二力平衡知, 绳子张力 $F_T = G_A = 400 \text{ N}$, 绳子 AB 的张力处处相等, 其合力 F 与绳 OC 的张力大小相等, 方向相反。根据几何关系知两段绳的夹角为 60° 。

对物体 B , 运用正交分解法, 如图甲所示, 有:



第 14 题图

$$F_T \cos 30^\circ = f, F_N + F_T \sin 30^\circ = mg,$$

$$\text{解得 } f = 200\sqrt{3} \text{ N}, F_N = 800 \text{ N}.$$

(2) 如图乙所示,由力的合成有:

$$2F_T \cos 30^\circ = F_{OC},$$

$$\text{绳 } OC \text{ 的张力 } F_{OC} = 400\sqrt{3} \text{ N}.$$

15 (1) 设绳子张力大小为 F_T , 对 B 球由平衡条件有:

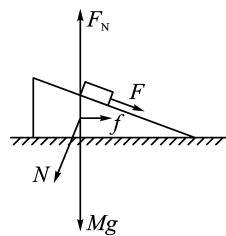
$$F_T \sin \theta + F \sin 30^\circ = m_B g, F_T \cos \theta = F \cos 30^\circ, \text{ 解得 } F_T = 10 \text{ N}, \theta = 30^\circ.$$

$$(2) \text{ 对滑块 A 有: } m_A g + F_T \sin \theta = F_N, F_f = F_T \cos \theta, F_f = \mu F_N, \text{ 解得 } \mu \approx 0.346.$$

解析

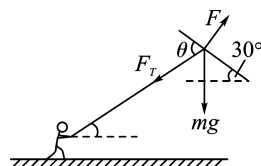
- 观察图片知石块 a 位于石块 b 的倾斜面上, 受到重力、摩擦力和支持力三个力, A 错误; 由图知石块 a 、 b 重心不在同一条竖直线上, B 错误; 以三块石块为整体, 知地面对石块 c 的静摩擦力等于零, C 错误; 将石块 a 、 b 作为一个整体, 石块 c 对 b 的摩擦力和支持力的合力竖直向上, 平衡石块 a 、 b 的重力, D 正确。
- 作用于飞机模型上的风力 F 垂直于 AB 向上, 风力 F 的竖直分力等于飞机模型的重力, 即 $F \cos \theta = G$, 解得 $F = \frac{G}{\cos \theta}$, A 正确。
- 已知 A 物块所受的摩擦力大小为 f , 设每根弹簧的弹力为 F , 则有 $2F \cos 60^\circ = f$, 对 D: $2F \cos 30^\circ = f$, 解得 $f' = \sqrt{3}F = \sqrt{3}f$ 。
- 由结构的对称性可知, 四根支架的作用力大小相同, 与竖直方向的夹角均为 θ , 根据牛顿第三定律及力的合成与分解知识可得 $4F \cos \theta = mg$, 解得 $F = \frac{mg}{4 \cos \theta}$, B 正确。
- 分解 Q 物体的重力, 随着物体 Q 下滑, 沿倾斜方向分力 F_1 与水平面的夹角 θ 不断增大, $F_1 = \frac{mg}{\cos \theta}$ 增大, 沿水平方向分力 $F_2 = mg \tan \theta$ 增大, 知 A、B 错误; P 与 MN 对物体 Q 的支持力的合力平衡物体 Q 的重力, C 正确; P 受到的支持力大小总等于物体 P 、 Q 的重力之和, 但物体 Q 对 P 的压力的水平分力 $F_x = mg \tan \theta$, 不断增大, 知物体 P 受到的摩擦力不断增大, D 错误。
- 滑块受到重力、斜面的支持力和拉力的作用, 垂直于斜面的方向: $N = mg \cos \theta$, 以斜面体为研究对象, 斜面体受到重力、支持力和滑块的压力、地面的摩擦力的作用, 地面对斜面体的支持

力 $F_N = Mg + N \cos \theta = Mg + mg \cos^2 \theta < Mg + mg$, 故选项 A 错误。由受力图可知, 斜面体受到的摩擦力的方向向右, 故选项 B 正确。无论滑块下滑还是上滑, 滑块对斜面体的压力不变, 即垂直于斜面向下, 因此斜面始终受到地面水平向右的静摩擦力作用, 故选项 C 错误。增大向下的拉力时, 滑块对斜面的压力不变, 则地面对斜面的摩擦力大小与方向不变, 故选项 D 错误。故选 B。



第 6 题图

- 因钢管 AB 受到的绳子拉力有水平向右的分力, AB 必定受到地面的摩擦力作用, 所以钢管 AB 一定受四个力作用。若钢管 CD 和拐角处仅有支持力而没有摩擦力, 其仍可以平衡, 此时钢管 CD 受三个力而处于平衡状态, 若钢管 CD 与拐角处有弹力和摩擦力, 则钢管受四个力而平衡, 知 B、D 正确。
- 对风筝进行受力分析, 如图所示, 将所有的力沿风筝和垂直于风筝进行正交分解, 则 $F_T \cos \theta = mg \cos 60^\circ$, $F_T \sin \theta + mg \sin 60^\circ = F$, 解得 $\theta = 60^\circ$, $F = 10\sqrt{3} \text{ N}$, 细线与风筝成 60° 角, 也就是与水平面成 30° 角, A、B 正确; 将风筝和人视为一个整体, 由于风力向右上方, 因此地面对人的摩擦力水平向左, 根据牛顿第三定律, 人对地面的摩擦力水平向右, C 错误; 由于细线对人有向上的拉力, 因此人对地面的压力小于人的重力 290 N , D 错误。



第 8 题图

- a 恰好可沿斜面匀速下滑, 则 a 和 b 均处于平衡状态。在 a 上施加竖直向下的力 F_1 , 则地面对 b 无摩擦力, 选项 A 正确。在 a 上施加沿斜面向下的力 F_2 , a 加速下滑, a 对 b 作用力不变, 地面对 b 无摩擦力, 选项 B 错误; 在 a 上施加一个水平向左的力 F_3 , 则地面对 b 的摩擦力水平向右, 选项 C 正确, D 错误。
- (1) 本实验验证力的平行四边形定则时, 两分力 F_1 和 F_2 不能在同一条直线上, 所以 A 错误, B、C、D 正确。
(2) 要标记结点 O 的位置, 同时记录 OA 、 OB 、 OC 三段绳子的方向和三段绳子所挂钩码的个数。
- (1) 如答案中图甲所示, 由图像知图线与横轴交点横坐标即弹簧原长, 故 $l_0 = 10.00 \text{ cm}$ 。
(2) 由图像知橡皮筋的劲度系数 $k = 50.0 \text{ N/m}$, OA 、 OB 的长度之和是 13.60 cm , 原长 10 cm , 则形变量 $\Delta x = 3.60 \text{ cm}$, 所以弹力 $T = k \Delta x = 1.80 \text{ N}$ 。
(3) 合力 F' 的图示如答案中图乙所示。
(4) 把橡皮筋搭在秤钩上拉至 O 点和把橡皮筋挂在秤钩上拉至 O 点效果相同, F' 应与 $F_{OO'}$ 比较。

第5章 牛顿运动定律

第1节 牛顿第一运动定律

→ 正文 P80

答案

- ① C ② AD ③ C ④ A
 ⑤ B ⑥ CD ⑦ B ⑧ B
 ⑨ BC ⑩ BC ⑪ C ⑫ BD
 ⑬ B ⑭ B ⑮ B

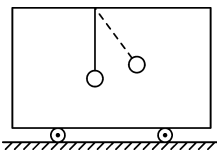
- ⑩ (1) 小球落到 B 点。当绳子剪断时,小球在水平方向没有受力,在水平方向的运动状态不变,与车子具有共同速度。
 (2) 小球落到 B 点右侧,靠 C 的一边。剪断绳子后,在水平方向小球速度不变,但车在水平方向做减速运动。在水平方向车比小球运动慢,故小球落在靠 C 一侧。

解析

- ① 牛顿认为力是改变物体运动状态的原因,但运动并不需要力来维持,故 C 错误。
 ② 惯性是指物体保持原来的运动状态(或抵抗运动状态变化)的性质,当物体不受力的作用时,将保持匀速直线运动或静止状态,A、D 两项正确,B 项错误;行星在圆周轨道上保持匀速率运动是由于受到始终指向圆心、大小不变的力的作用,不是由于行星具有惯性,C 项错误。
 ③ 先将两个轨道无缝对接,从一侧静止释放小球,阻力很小时,小球在另一侧上升到相同高度;减小轨道倾角,重复上一过程,小球仍上升到原来高度处,合理外推,若第二个斜面变成水平,小球将一直向前运动,知 C 正确。
 ④ 三种材料的粗糙程度逐渐降低,小球上升的位置逐渐升高,可知当轨道光滑时,小球将升到相同高度,知 A 正确。
 ⑤ 伽利略设想物体下落的速度与时间成正比,因为当时无法测量物体的瞬时速度,所以伽利略通过数学推导证明如果速度与时间成正比,那么位移与时间的平方成正比;由于当时用滴水法计时,无法记录自由落体的较短时间,伽利略设计了让小球沿阻力很小的斜面滚下,来“冲淡”重力的作用效果,而小球在斜面上运动的加速度要比它竖直下落的加速度小得多,所用时间长得多,所以容易测量。伽利略做了上百次实验,并通过抽象思维在实验结果上做了合理外推。故 A 错误,B 正确。完全没有摩擦阻力的斜面是实际不存在的,故 C 错误。伽利略用抽象思维、数学推导和科学实验相结合的方法得出物体的运动不需要力来维持,故 D 错误。
 ⑥ 物体不受外力是一种理想状态,现实生活中没有的。合理外推得出了牛顿第一定律,所以牛顿第一定律不是实验直接得出来的,A 错误;物体不受外力时,物体将保持静止或匀速直线运动状态,B 错误;要使物体运动状态变化,必须要有有力才行,力是改变物体运动状态的原因,故 C、D 正确。
 ⑦ 力是改变物体运动状态的原因,只要物体受力(合力不为零),它的运动状态就一定会改变,A 错误、B 正确;物体不受力或合力为零,其运动状态一定不变,处于静止或匀速直线运动状态,C 错误;物体的运动方向与它所受合力方向可能

相同,也可能相反,还可能不在一条直线上,D 错误。

- ⑧ 对小球进行受力分析可知:小球所受的重力和支持力均沿竖直方向,小球在水平方向上不受力。根据牛顿第一定律可知,小球在水平方向上的运动状态不变,又因楔形物体由静止释放,故小球在水平方向上无运动,只沿竖直方向向下做直线运动。故 B 正确。
 ⑨ 水平方向小球不受阻力时,因惯性运动速度不变,若小球受空气阻力,将改变小球运动状态,使其变慢,B 正确;坚直方向小球受重力作用,运动状态变化,运动速度变快,C 正确。
 ⑩ 当加速前进时,滑块 M 因惯性保持其速度不变,滑块的速度小于与左端触点的速度,将接通乙灯,B 正确,A 错误;当刹车时,因惯性滑块速度不变,而右端触点速度减小,甲灯将接通,C 正确,D 错误。
 ⑪ 惯性的大小只取决于物体的质量,质量大其惯性就大,质量小其惯性就小,与其他因素无关,故 C 项正确。
 ⑫ 根据惯性的定义知:安全带与人 and 车的惯性无关,A 错误、B 正确,系好安全带主要是防止因刹车时人具有向前的惯性而造成伤害事故,C 错误、D 正确。
 ⑬ 质量是物体惯性大小的唯一量度,质量越大,惯性越大,惯性大小与速度大小无关,故 B 的惯性比 A 大,选项 B 正确,A、C、D 都错误。
 ⑭ 惯性是物体固有的一种属性,仅与质量有关,与车速无关,故 A、C、D 错误,B 正确。
 ⑮ 简化模型如图所示,当小球在虚线位置时,小球、车具有向左的加速度,车的运动情况可能为:向左加速行驶或向右减速行驶,A 错误,B 正确;当车匀速运动时,无论向哪个方向运动,小球均处于坚直位置不摆动,C、D 错误。



第15题图

第2节 科学探究: 加速度与力、质量的关系

→ 正文 P82

答案

- ① BD ② C ③ BC ④ BCD
 ⑤ (1) $\frac{2d}{t^2}$ 保持 F_1 不变,重复实验多次测量,求平均值
 (2) C (3) BC
 ⑥ (1) 非线性 (2) 存在摩擦力 (3) 调节轨道的倾斜度以平衡摩擦力 远小于小车(含发射器)的质量
 ⑦ (1) $a = \frac{\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2}{2x}$ (2) D (3) $a - M^{-1}$ (4) 平衡摩擦力 过度 没有满足吊着重物的质量远小于小车的质量
 ⑧ (1) $a = 2x/t^2$ (或 $a = gh/x$) $F = mgh/x$
 (2) $h = \frac{2x^2}{gt^2}$ (3) 不过 没有平衡摩擦阻力
 ⑨ (1) 位移 时间 $a = \frac{2x}{t^2}$ (2) $m' + m$ 滑块上

解析

- 1 平衡摩擦力时,不能将钩码通过细绳系在小车上,A 错误;绳子不与长木板平行时,合外力会是绳子拉力的水平分力,B 正确;平衡摩擦后,总满足 $(M+m)g\sin\theta = \mu(M+m)g\cos\theta$,不须重新平衡,C 错误;先接通电源,使打点计时器稳定后才能释放小车,D 正确。
- 2 小车做匀加速直线运动, $x = at^2/2$, $a = 2x/t^2$, 两车运动时间相同,只要验证合外力 (mg) 与位移 (x) 关系即可,C 正确;无法保证每次实验时小车运动的时间相等,D 错误。
- 3 图线 I 说明不加外力,小车就可以加速下滑,说明平衡摩擦力过度,B 正确;图线 II 表示加了一定外力时,小车仍不能运动,说明没有平衡摩擦或平衡不够,C 正确。
- 4 该题是通过弹簧测力计测出绳子的拉力 F_T ,而小车受到的水平拉力为 $F = 2F_T$,并不需要测量沙和沙桶的质量,更谈不上实验中保证沙和沙桶的质量远小于小车的质量,知 AE 错误;改变沙和沙桶质量多获得几组数据才能找出规律,D 正确,先接通电源,使打点稳定后再放纸带,读出弹簧测力计的拉力示数,得到合格的纸带和合外力,C 正确;平衡阻力是应有条件,B 正确。
- 5 (1)由 $d = \frac{1}{2}at^2$ 可得 $a = \frac{2d}{t^2}$ 。减小偶然误差的主要方法是多次测量,求平均值。
(2)由题意可知, F_1 是水瓶的重力,设绳中拉力为 F_T ,对木板, $a = \frac{F_T - F_0}{M_{\text{板}}}$,在 $M_{\text{板}} \gg m_{\text{水}}$ 时 $F_T \approx F_1$, $a = \frac{F_1 - F_0}{M}$,排除 A、B 选项;逐渐增加水的质量,将不再满足 $F_T \approx F_1$,而是 $F_T < F_1$,将导致小车加速度实际值较理论值偏小,故选项 C 正确。
(3)可以连续改变质量,可更方便地获取多组实验数据;可比较准确地测出摩擦力的大小。
- 6 (1)根据题图乙坐标系中给出的数据连线,可知小车的加速度与钩码的质量成非线性关系。
(2) $a-m$ 图线不经过原点,可能的原因是未平衡摩擦力或倾角过小,没有完全平衡摩擦力。
(3)在实验中要求“直接以钩码所受重力 mg 作为小车受到的合外力”需要满足两个条件:①平衡摩擦力;②钩码的质量远小于小车(含发射器)的质量。
- 7 (1)在误差允许的范围内,利用平均速度表示瞬时速度有 $v = \frac{d}{\Delta t}$,利用位移与速度公式表示出小车的加速度;(2)要使重物的重力近似等于绳子的拉力,充当小车的合外力,应使重物的质量远小于小车的质量,故 D 不合适;(3)化曲为直,便于观察分析物理量间的关系。
- 8 (1)由 $h = at^2/2$ 得 $a = 2x/t^2$,或 $mgh/x = ma$ 得 $a = gh/x$;由牛顿第二定律得: $F = ma$ 得: $F = mgh/x$;
(2)由 $x = \frac{1}{2}\left(g \cdot \frac{h}{x}\right)t^2$,可得: $h = \frac{2x^2}{gt^2}$;
(3)“不过”,因为没有平衡摩擦阻力。
- 9 (1)由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 可知, $a = \frac{2x}{t^2}$,故要测量滑块的加速度 a ,需要测出它在 A、B 间运动的位移和时间。

(2)要使 a 是 m 的一次函数,则 $\frac{1+\mu g}{M+m'+m}$ 应保持不变,故在多次改变 m 时,应使 $(m'+m)$ 保持不变,即实验中应从托盘中取出的砝码置于滑块上。

第3节 牛顿第二运动定律

→ 正文 P84

答案

- | | | | |
|------|------|-------|-------|
| 1 D | 2 A | 3 D | 4 B |
| 5 B | 6 D | 7 B | 8 B |
| 9 A | 10 C | 11 BD | 12 AD |
| 13 D | 14 D | 15 D | 16 B |

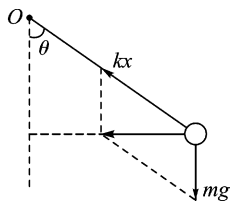
解析

- 1 牛顿第二定律的表达式 $F = ma$ 中的力 F 是指合力,用很小的力推很重的桌子时,桌子不动,是因为桌子与地面间的最大静摩擦力大于推力,推力与桌子受到的静摩擦力的合力为零,所以桌子所受的合力为零,仍然静止不动,牛顿第二定律同样适用于静止的物体,所以 A、B、C 错误,D 正确。
- 2 设物体的质量为 m ,根据牛顿第二定律得 $F_1 = ma_1$, $F_2 = ma_2$,则 F_1 和 F_2 共同作用于该物体时,合力范围为 $|F_2 - F_1| \leq F_{\text{合}} \leq F_2 + F_1$,代入得 $3m \leq F_{\text{合}} \leq 9m$,又由牛顿第二定律得加速度的范围为 $3 \text{ m/s}^2 \leq a \leq 9 \text{ m/s}^2$,所以物体具有的加速度大小不可能是 2 m/s^2 。故选项 A 正确。
- 3 根据牛顿第二定律,加速度大小与合外力大小成正比,即 $\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{\Delta F}{\Delta a}$,故 D 正确。
- 4 当拉力大小为 F 时,利用牛顿第二定律有: $F - F_f = ma$;当拉力大小变为 $2F$ 时,利用牛顿第二定律有: $2F - F_f = ma'$,比较两式得 $a' = \frac{2(F - F_f)}{m} + \frac{F_f}{m}$,知 B 选项正确。
- 5 不加力时,物块在斜面上做匀加速直线运动,利用牛顿第二定律有 $mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma$;当加上压力 $F = mg$ 时,由牛顿第二定律有 $2mgsin\theta - 2\mu mgcos\theta = ma'$,对比两式得 $a' = 2a$,故 B 正确。
- 6 指针向左偏离 O 点,说明滑块受到左边弹簧向右的推力,滑块受到右边弹簧向右的拉力,利用牛顿第二定律知, $2kx = ma$,加速度大小为 $\frac{2kx}{m}$,方向向右,故 D 正确。
- 7 $mg - f_{\text{阻}} = ma = m \cdot \frac{1}{3}g$,则 $f_{\text{阻}} = m\left(g - \frac{1}{3}g\right) = \frac{2}{3}mg$ 。故选项 B 正确。
- 8 设人对绳的拉力大小为 F ,对重物 m 应用牛顿第二定律得 $mg - F = ma$;由牛顿第三定律可知,绳对人向上的拉力 F' 与人对绳的拉力 F 等大反向,设地面对人的支持力为 F_N ,对人应用平衡条件可得 $F' + F_N = Mg$,解得 $F_N = Mg - mg + ma = 280 \text{ N}$,由牛顿第三定律可知,人对地面的压力与地面对人的支持力大小相等,故人对地面的压力大小为 280 N ,B 正确。
- 9 设橡皮筋的原长为 L ,开始时系统处于平衡状态,小球受到的

合力为零,橡皮筋处于竖直方向,橡皮筋悬点 O 距小球的高度 $L_1 = L + \frac{mg}{k}$;

当小车向左加速,稳定时,橡皮筋与竖直方向的夹角为 θ ,对小球受力分析,由图可知:橡皮筋上的弹力 $kx = \frac{mg}{\cos \theta}$,橡皮筋悬点 O 距小球的高度

$L_2 = \left(L + \frac{mg}{k \cos \theta}\right) \cos \theta = L \cos \theta + \frac{mg}{k}$ 。可见, $L_1 > L_2$, A 正确, B、C、D 错误。



第9题图

- 10 进行受力分析,根据牛顿运动定律可得: $\frac{1}{2}F - \mu\left(mg - \frac{\sqrt{3}}{2}F\right) = ma_1$,解得加速度为 $a_1 = \frac{F - 2\mu mg + \sqrt{3}F}{2m}$,同理可得 $a_2 = \frac{F - 2\mu mg - \sqrt{3}F}{2m}$, $a_3 = \frac{F - 2\mu mg}{2m}$ 。比较三式大小不难得出 $a_1 > a_2, a_2 < a_3$ 。所以正确选项是 C 选项。

- 11 由于两球由同种材料制成,甲球的质量大于乙球的质量,因此甲球的体积大于乙球的体积,甲球的半径大于乙球的半径,设球的半径为 r ,根据牛顿第二定律,下落过程中 $mg - kr = ma$, $\frac{m}{\rho} = \frac{4}{3}\pi r^3$,得 $a = g - \frac{3k}{4\pi\rho r^2}$ 可知,球下落过程做匀变速直线运动,且下落过程中半径大的球下落的加速度大,因此甲球下落的加速度大,由 $h = \frac{1}{2}at^2$ 可知,下落相同的距离,甲球所用的时间短, A、C 项错误;由 $v^2 = 2ah$ 可知,甲球末速度的大小大于乙球末速度的大小, B 项正确;由于甲球受到的阻力大,因此克服阻力做的功多, D 项正确。

- 12 热气球从地面刚开始上升时,由牛顿第二定律有: $F_{\text{合}} = F_{\text{浮}} - mg = ma$,得热气球所受的浮力 $F_{\text{浮}} = m(g + a) = 460 \times (10 + 0.5) \text{ N} = 4830 \text{ N}$,则 A 项正确;加速上升过程中,速度增大,所受空气阻力也增大,则 B 项错误;热气球以 5 m/s 的速度匀速上升时,由平衡条件知所受的空气阻力 $F_f = F_{\text{浮}} - mg = 4830 \text{ N} - 460 \times 10 \text{ N} = 230 \text{ N}$,则 D 项正确;热气球从地面上升 10 s 内,它做变加速运动,故 10 s 时其速度大小不是 5 m/s ,则 C 项错误。

- 13 在力学中选定 m (长度单位)、 kg (质量单位)、 s (时间单位)作为基本单位,可以导出其他物理量的单位,力的单位(N)是根据牛顿第二定律 $F = ma$ 定义的,故 D 正确, A、B 错误;电流的单位 A 属于国际单位制中的基本单位, C 错误。

- 14 在国际单位制中,三个力学单位是:时间单位 s ,质量单位 kg ,长度单位 m ,知 A 错误;米(m)是国际单位,而 mm, cm 不是国际单位, B 错误; $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$, C 错误; $1 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1 \text{ m/s}^2$, D 正确。

- 15 力矩 $M = FL$,即 $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$,故 D 正确, A、B、C 错误。

- 16 由 $x = \frac{F}{2m}(t_1 + t_2)$ 可知 x 的单位为: $\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \text{s} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{s}}{\text{kg}} = \text{m/s}$,此为速度的单位,而位移的单位为 m ,所以结果错误。

第4节 牛顿第三运动定律

答案

- | | | | |
|-----|------|------|------|
| 1 A | 2 C | 3 A | 4 D |
| 5 D | 6 A | 7 B | 8 D |
| 9 B | 10 C | 11 C | 12 C |

- 13 空瓶受到重力和弹簧测力计拉力 F_T ,处于平衡,利用二力平衡条件知: $F_T = G$,
利用牛顿第三定律知,瓶拉弹簧测力计的力 $F_T' = -F_T$,
弹簧测力计的示数大约等于吊着的空瓶所受的重力,
 $G = F_T' = 2.40 \text{ N}$ 。

解析

- 1 作用力和反作用力一定是同时产生、同时变化、同时消失,力的性质一定相同,由于作用在两个物体上,力的作用效果不能相互抵消,故 A 正确, B、C、D 错误。
- 2 实验中两弹簧测力计的拉力互为作用力与反作用力,它们一定大小相等、方向相反,选项 C 正确。
- 3 A 推 B 时 A 与 B 之间有相互作用力,作用力与反作用力同时产生、大小相等、方向相反,选项 A 正确,选项 B、C、D 错误。
- 4 网球拍打击网球的力与网球打击球拍的力是一对作用力与反作用力,二者同时产生,大小相等。
- 5 物体的运动状态是由其自身的受力情况决定的,只有当物体所受的合外力不为零时,物体的运动状态才会改变,不论物体处于何种状态,物体间的作用力与反作用力总是大小相等,方向相反,由于它们作用在不同的物体上,其效果可以不同。甲加速前进的原因是甲受到的地面的摩擦力大于绳子对甲的拉力;乙加速后退的原因是绳子对乙的拉力大于乙受到的地面的摩擦力;但是,根据牛顿第三定律,甲对乙的拉力大小始终等于乙对甲的拉力大小。D 正确。
- 6 火箭升空时,其尾部向下喷气,火箭箭体与被喷出的气体是一对相互作用的物体,火箭向下喷气时,喷出的气体同时对火箭产生向上的反作用力,即为火箭上升的推动力,此动力并不是由周围的空气提供的,因而与是否飞出大气层、是否存在空气无关,故选项 B、C 错误,选项 A 正确;火箭运载卫星进入轨道之后,卫星与地球之间依然存在相互吸引力,即卫星吸引地球,地球吸引卫星,这是一对作用力与反作用力,故选项 D 错误。
- 7 人对体重计的压力与体重计对人的支持力是一对作用力和反作用力, B 正确、A 错误;人所受重力和人对体重计的压力大小相等,方向相同,既不是一对作用力与反作用力,也不是一对平衡力, C、D 错误。
- 8 作用力与反作用力的性质相同,故 A 错误;力 F 与物体对墙的压力是两个不同的力,故 B 错误;力 F 与墙壁对物体的支持力是一对平衡力,故 C 错误;只有 D 正确。
- 9 根据作用力和反作用力及平衡力的特点可知物体对斜面的压力和斜面对物体的支持力及物体对斜面的摩擦力和斜面对物体的摩擦力,分别作用在斜面和物体上,因此它们是两对作用力和反作用力,故 A 错误, B 正确。物体的重力是地球施加的,它的反作用力应作用在地球上,由此可知 C 错误。对重力分解,其分力也是作用在物体上的,不可能分解为对斜面的压力, D 错误。
- 10 地面对运动员的支持力和他对地面的压力是一对作用力和

反作用力,大小始终相等,故A错误,B错误。运动员跳起,加速度方向向上,故支持力大于重力,C正确,D错误。

- 11 作用力、反作用力总是等大、反向,且同时产生、同时消失、作用时间相等,故A、B错误;对两小孩分开后应用牛顿第二定律得 $\mu mg = ma$,所以 $a = \mu g$,因为两板与冰面间的动摩擦因数相同,故加速度相同,D错误;分开后,甲、乙都做匀减速运动直到停下,由 $2as = v^2$, $s_{\text{甲}} > s_{\text{乙}}$,得 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$,C正确。
- 12 箱子和杆处于静止状态,由力的平衡条件得,地面对箱子的支持力 $F_N = F_f' + Mg = F_f + Mg$,根据牛顿第三定律,箱子对地面的压力大小等于地面对箱子的支持力大小,则: $F_N' = F_N = F_f + Mg$ 。

第5节 超重与失重

→ 正文 P88

答案

- 1 D 2 D 3 B 4 B 5 C
6 D 7 D 8 CD 9 A 10 C
11 BC 12 C 13 CD

- 14 自由下落时,飞行员处于完全失重状态,

自由下落的高度: $h = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $h = 3\ 125\text{ m}$,

25 s末,飞机速度 $v = gt$, $v = 250\text{ m/s}$,

学生承受最大压力为 $F_N = 2mg$,

由牛顿第二定律有: $F_N - mg = ma$,

解得: $a = g$,竖直向上,

所以减速位移 $h' = \frac{v^2}{2a}$,解得 $h' = 3\ 125\text{ m}$,

所以总高度为 $H = h + h' + 500\text{ m} = 6\ 750\text{ m}$ 。

解析

- 1 由题图知晓敏在这段时间内处于失重状态,是由于晓敏对体重计的压力变小了,而晓敏的重力没有改变,A选项错误;晓敏对体重计的压力与体重计对晓敏的支持力是一对作用力与反作用力,大小一定相等,B选项错误;以竖直向下为正方向,有: $mg - F = ma$,解得 $a = \frac{g}{5}$,方向竖直向下,但其速度方向可能是竖直向上,也可能是竖直向下,C选项错误,D选项正确。
- 2 人下蹲时处于失重,蹬伸上升时处于超重,然后离地完全腾空是失重到完全失重,D正确。
- 3 物体有向上的加速度处于超重状态,有向下的加速度处于失重状态,A项错误;飞船返回地面时有向上的加速度,处于超重状态,C项错误;物块上滑的过程有向下的加速度,物块处于失重状态,D项错误。
- 4 根据运动时弹簧伸长量为9 cm,静止时弹簧伸长量为10 cm,可知升降机的加速度向下,则升降机的运动状态可能是以 $a = 1\text{ m/s}^2$ 的加速度加速下降;也可能是以 $a = 1\text{ m/s}^2$ 的加速度减速上升,B正确。
- 5 上升过程中,有一个加速向上运动,最后减速到静止的过程,有超重也存在失重情况,知A错误;下降过程中加速向下时是失重过程,减速到静止过程是超重过程,B错误;根据力的分解知C正确,D错误。
- 6 木箱静止时物块对箱顶有压力,则物块受到箱顶向下的压力,当物块对箱顶刚好无压力时,表明系统有向上的加速度,

是超重,所以木箱的运动状态可能为减速下降或加速上升,故②④正确。

- 7 手托物体由静止开始向上运动,一定先做加速运动,物体处于超重状态;而后可能匀速上升,也可能减速上升,选项A、B错误。在物体离开手的瞬间,二者分离,不计空气阻力,物体只受重力,物体的加速度一定等于重力加速度;要使手和物体分离,手向下的加速度一定大于物体向下的加速度,即手的加速度大于重力加速度,选项C错误,D正确。

- 8 减速伞和主伞工作期间返回舱均减速下降,处于超重状态,A、B项错误;减速伞工作期间,返回舱从200 m/s减速至80 m/s,由运动学公式得 $a_1 = \frac{v_1 - v_2}{t_1} = 7.5\text{ m/s}^2$,C项正确;缓

冲发动机开动后,加速度大小为 $a_3 = \frac{v_3^2}{2h_3} = 50\text{ m/s}^2$,由牛顿

第二定律得 $4F - mg = ma_3$,解得 $\frac{F}{mg} = 1.5$,D项正确。

- 9 由 $v-t$ 图像可知,0~5 s内加速度 $a_1 = 0.2\text{ m/s}^2$,沿斜面向下,根据牛顿第二定律有 $mgsin\theta - f - F_1 = ma_1$, $F_1 = mgsin\theta - f - ma_1$;5~10 s内加速度 $a_2 = 0$,根据牛顿第二定律有 $mgsin\theta - f - F_2 = ma_2$, $F_2 = mgsin\theta - f$;10~15 s内加速度 $a_3 = -0.2\text{ m/s}^2$,沿斜面向上,根据牛顿第二定律有 $mgsin\theta - f - F_3 = ma_3$, $F_3 = mgsin\theta - f - ma_3$ 。故可得: $F_3 > F_2 > F_1$,选项A正确。

- 10 当电梯匀速运转时,顾客只受两个力的作用,即重力和支持力,故A、B都不对;由受力分析可知,加速时顾客对扶梯有水平向左的摩擦力,故此时顾客对扶梯作用力的方向指向左下方,而匀速时没有摩擦力,此时方向竖直向下,故选C。

- 11 升降机匀速运动时,物体静止在地板上,说明物体受到的静摩擦力与弹簧的拉力平衡,即弹簧的拉力不大于最大静摩擦力,物体突然被拉动,说明拉力要大于最大静摩擦力,物体被拉动前,弹簧弹力是不变的,所以最大静摩擦力变小,其原因是物体与地板间的正压力减小了,物体处于失重状态,故应有向下的加速度,B、C正确,A、D错误。

- 12 因为下落速度不断增大,而阻力 $f \propto v^2$,所以阻力逐渐增大,当 $f = mg$ 时,物体开始匀速下落。以箱和物体为整体: $(M + m)g - f = (M + m)a$, f 增大则加速度 a 减小。对物体: $Mg - F_N = ma$,加速度减小,则支持力 F_N 增大。所以物体后来受到的支持力比开始时增大,不可能“飘起来”。

- 13 小球落到弹簧上并往下运动的过程中,小球重力与弹簧对小球弹力的合力方向先向下,小球处于失重状态;当重力等于弹簧时,小球速度最大,所对应的时刻在 $t_1 \sim t_2$ 之间,接着小球受到的合力方向向上,做加速度增大的减速运动,小球处于超重状态,速度为零时,对应 t_2 时刻,此时弹簧压缩量最大,所以A、B错误;根据对称性,小球反弹上升过程先向上加速运动,后减速运动,直到球与弹簧分离,小球先超重后失重,C正确; $t_3 \sim t_4$ 小球做竖直上抛运动,处于完全失重状态,D正确。将 $F-t$ 图像和小球运动示意图对照理解,是解决此类题目的通用方法;根据加速度的方向是判断超重和失重的关键,不要受物体运动方向的影响。

微专题3 局部与整体

→ 正文 P90

答案

- 1 C 2 C 3 BD 4 AD

实验：牛顿运动定律的两类问题

课时 1 由运动分析力

→ 正文 P91

答案

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

⑫ (1) 由题图图像可以看出, 图线的斜率逐渐减小到零, 即做加速度逐渐减小的减速运动, 直至匀速运动。

(2) 开始时 $v_0 = 160 \text{ m/s}$, 过 A 点切线的斜率大小就是此时加速度的大小, 则

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 160}{8} \text{ m/s}^2 = -20 \text{ m/s}^2,$$

故加速度大小为 20 m/s^2 。

(3) 设浮力为 F , 由牛顿第二定律得

$$\text{在 } t=0 \text{ 时有 } kv_0^2 + F - Mg = Ma,$$

由题图知返回舱的最终速度为 $v = 4 \text{ m/s}$,

$$\text{当返回舱匀速运动时有 } kv^2 + F - Mg = 0,$$

$$\text{解得: } k = 0.31 \text{ N} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-2}.$$

⑬ (1) 根据牛顿第二定律可得:

$$mg \sin 30^\circ - \mu mg \cos 30^\circ = ma, \text{ 解得: } \mu = \frac{\sqrt{3}}{6}.$$

(2) 使滑块沿斜面做匀加速直线运动, 由运动学公式

$$\text{有: } x = \frac{1}{2} a_1 t^2, \text{ 得 } a_1 = 2 \text{ m/s}^2,$$

物体运动时加速度方向有两种可能。

当加速度沿斜面向上时,

$$\text{沿斜面方向: } F \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ - \mu F_{N1} = ma_1,$$

$$\text{垂直斜面方向: } F_{N1} = F \sin 30^\circ + mg \cos 30^\circ,$$

$$\text{代入数据得: } F = \frac{76\sqrt{3}}{5} \text{ N}.$$

当加速度沿斜面向下时:

$$\text{沿斜面方向: } mg \sin 30^\circ - F \cos 30^\circ - \mu F_{N2} = ma_1,$$

$$\text{垂直斜面方向: } F_{N2} = F \sin 30^\circ + mg \cos 30^\circ,$$

$$\text{代入数据得: } F = \frac{4\sqrt{3}}{7} \text{ N}.$$

⑭ (1) 由 $v-t$ 图像知 AB 之间的距离为:

$$x_{AB} = \frac{16 \times 2}{2} \text{ m} = 16 \text{ m}.$$

(2) 设滑块从 A 滑到 B 过程的加速度大小为 a_1 , 从 B 返回到 A 过程的加速度大小为 a_2 , 滑块与斜面之间的动摩擦因数为 μ , 则有: $a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta$,

$$\text{而 } a_1 = \frac{16 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 8 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{解得 } \mu = 0.25, a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 4 \text{ m/s}^2,$$

滑块返回到 A 点时的速度为 v , 有 $v^2 - 0 = 2a_2 x_{AB}$,

$$\text{解得: } v = 8\sqrt{2} \text{ m/s}.$$

(3) 设滑块从 A 到 B 用时为 t_1 , 从 B 返回到 A 用时为

$$t_2, \text{ 则有: } t_1 = 2 \text{ s}, t_2 = \frac{v}{a_2} = 2\sqrt{2} \text{ s},$$

则滑块在整个运动过程中所用的时间为:

$$t = t_1 + t_2 = (2 + 2\sqrt{2}) \text{ s}.$$

⑤ (1) 从题图乙中可知, 当 $F > 6 \text{ N}$ 时, 两者发生相对运动, 当 $F \leq 6 \text{ N}$ 时两者相对静止。

当 $F = 6 \text{ N}$ 时, 根据牛顿第二定律, 对整体可得: $F = (m + M)a$, 即 $M + m = 6 \text{ kg}$,

当 $F > 6 \text{ N}$ 时, 滑块与木板已发生相对运动, 设滑块与木板间的动摩擦因数为 μ ,

对木板受力分析, 根据牛顿第二定律有:

$$a = \frac{F - \mu mg}{M} = \frac{F}{M} - \frac{\mu mg}{M},$$

由题图乙知, 斜率 $k = \frac{1}{M} = \frac{1}{2}$, 即 $M = 2 \text{ kg}$,

小滑块质量 $m = 4 \text{ kg}$ 。

(2) 由题图乙可知, 当 $F = 4 \text{ N}$ 时, 加速度为零,

$$\text{代入可得 } 0 = \frac{1}{2} \times 4 - \frac{4\mu \times 10}{2}, \text{ 解得 } \mu = 0.1.$$

⑥ 汽车沿倾斜车道做匀减速运动, 用 a 表示加速度的大小。

根据运动学公式有 $v_1^2 - v_2^2 = 2as$,

用 F 表示刹车时的阻力, 根据牛顿第二定律有:

$$F - (m_1 + m_2)g \sin \alpha = (m_1 + m_2)a, \text{ 式中 } \sin \alpha = \frac{2}{100} = 2 \times 10^{-2},$$

设刹车过程中地面作用于汽车的阻力为 f ,

$$\text{根据题意 } f = \frac{30}{100}F,$$

方向与汽车前进方向相反, 用 f_N 表示拖车作用于汽车的力, 设其方向与汽车前进方向相同, 以汽车为研究对象,

由牛顿第二定律有: $f - f_N - m_1 g \sin \alpha = m_1 a$,

$$\text{解得: } f_N = \frac{30}{100}(m_1 + m_2)(a + g \sin \alpha) - m_1(a + g \sin \alpha),$$

联立以上各式, 代入数据得 $f_N = 880 \text{ N}$ 。

解析

① A 杆的质量是 B 杆质量的 2 倍, 根据 $F = ma$ 知, $a_B = 2a_A$, A、B 错误; 对杆利用牛顿第二定律有, $F = \rho S L a$, 隔离左端三分

之一段, 有: $F_T = \frac{1}{3} \rho S L a$, 联立解得 $F_T = \frac{1}{3} F$, 知 C 正确, D 错误。

② 对 AB 整体有, 利用牛顿第二定律, 有: $F - \mu mg = 3ma$, 隔离物体 A, 利用牛顿第二定律, 有: $F - F_N = 2ma$, 解得 $F_N = \frac{F + 2\mu mg}{3}$ 。

③ 根据 $x = \frac{1}{2} at^2$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 根据牛顿第二定律, 有: $F - 3mg = 3ma$, $F = 3.6mg$, 知 A 错误, B 正确; 隔离物体 P, 有: $F_N - 2mg = 2ma$, 解得 $F_N = 2.4mg$, 知 D 正确, C 错误。

④ 当 B 落在 A 上面一瞬间, 方块 A 向下做加速度减小的加速运动, 处于失重状态, A 正确, B 错误; 仅方块 B 静止在弹簧上时, 弹簧对 B 的支持力 $F_N = mg$; 当方块 A 落在方块 B 上瞬间, 对 AB 整体, 有: $2mg - F_N = 2ma$, 隔离方块 A, 有: $mg - F_{BA} = ma$, 解得 $F_{BA} = 0.5mg$, 知 D 正确, C 错误。

解析

- ① 由 $x = \frac{1}{2}at^2$ 得 $a = \frac{2x}{t^2} \text{ m/s}^2$, 对物体由牛顿第二定律得 $F = ma = \frac{2x}{t^2} \text{ N}$, 故 A 正确。
- ② 汽车的速度 $v_0 = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$, 设汽车匀减速的加速度大小为 a , 则 $a = \frac{v_0}{t} = 5 \text{ m/s}^2$, 对乘客由牛顿第二定律得 $F = ma = 70 \times 5 \text{ N} = 350 \text{ N}$, 所以 C 正确。
- ③ 据题意可知, 小车向右做匀加速直线运动, 由于球固定在杆上, 而杆固定在小车上, 则三者属于同一整体, 根据整体法和隔离法的关系分析可知, 球和小车的加速度相同, 所以球的加速度也应该向右, 故选项 D 正确。
- ④ 根据 $h = \frac{1}{2}at^2$, 解得 $a = 12.5 \text{ m/s}^2$, 所以 $v_0 = at = 50 \text{ m/s}$; 上升过程礼花弹所受的平均阻力 $F_f = kmg$, 根据牛顿第二定律得 $a = \frac{mg + F_f}{m} = (k+1)g = 12.5 \text{ m/s}^2$, 解得 $k = 0.25$, 故选项 C 正确。
- ⑤ 由 $v^2 = 2ax$ 知, 加速度 $a = \frac{v^2}{2x}$, 解得 $a = 0.7 \text{ m/s}^2$, 根据牛顿第二定律有: $mg \sin 30^\circ - f = ma$, 解得滑动摩擦力 $f = 4.3 \text{ N}$, 知 B 正确。
- ⑥ 小物块相对斜面静止, 因此小物块与斜面间的摩擦力是静摩擦力。缆车以加速度 a 上行, 小物块的加速度也为 a , 以物块为研究对象, 则有 $F_f - mg \sin 30^\circ = ma$, $F_f = \frac{1}{2}mg + ma$, 方向平行斜面向上, 故 A 正确, B、C、D 均错误。
- ⑦ 由于弹簧弹力与弹簧压缩量成正比, 由牛顿第二定律得, $F - kx = ma$, 解得 $F = kx + ma$, 故所加力 F 的大小和运动距离 x 之间关系图像正确的是图 D。
- ⑧ 设光滑斜槽轨道与水平面的夹角为 θ , 则物体下滑时的加速度为 $a = g \sin \theta$, 由几何关系, 斜槽轨道的长度 $s = 2(R+r) \sin \theta$, 由运动学公式 $s = \frac{1}{2}at^2$, 得 $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 2(R+r) \sin \theta}{g \sin \theta}} = 2\sqrt{\frac{R+r}{g}}$, 即所用时间 t 与倾角 θ 无关, 所以 $t_1 = t_2$, B 项正确。
- ⑨ 如图所示, 设圆环半径为 R , 则 c 球由 C 点自由下落到 M 点用时满足 $R = \frac{1}{2}gt_c^2$, 所以 $t_c = \sqrt{\frac{2R}{g}}$; 对于 a 球, 因 AM 与水平面成 45° 角, 则 a 球下滑到 M 点用时满足 $AM = 2R \sin \theta = \frac{1}{2}g \sin \theta \cdot t_a^2$, 即 $t_a = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$; 同理 b 球从 B 点下滑到 M 点用时也满足 $t_b = 2\sqrt{\frac{r}{g}}$ (r 为过 B 、 M 且与水平面相切于 M 点的竖直圆的半径, $r > R$)。综上所述可得 $t_b > t_a > t_c$, 故选项 C 正确。
- ⑩ 由 $v-t$ 图像可知, 小物块先向左减速到零, 然后再向右加速到 v_1 , 以后与传送带一起做匀速运动。由于 $v_2 > v_1$, 所以相对地面来说, 向左减速运动的位移大于向右加速运动的位移, t_1 时刻, 小物块离 A 点的距离最大, A 错误。 t_2 时刻二者相对位移最大, B 正确。 $0 \sim t_2$ 时间内, 加速度不变, 摩擦力不

 变, C 错误。 $t_2 \sim t_3$ 时间内小物块不受摩擦力的作用, D 错误。

- ⑪ 由题图②可以求出物块上升过程中的加速度为 $a_1 = \frac{v_0}{t_1}$, 下降过程中的加速度为 $a_2 = \frac{v_1}{t_1}$ 。物块在上升和下降过程中, 由牛顿第二定律得 $mg \sin \theta + f = ma_1$, $mg \sin \theta - f = ma_2$, 由以上各式可求得 $\sin \theta = \frac{v_0 + v_1}{2t_1g}$, 滑动摩擦力 $f = \frac{m(v_0 - v_1)}{2t_1}$, 而 $f = \mu F_N = \mu mg \cos \theta$, 由以上分析可知, 选项 A、C 正确。由 $v-t$ 图像中横轴上方的面积可求出物块沿斜面上滑的最大距离, 可以求出物块沿斜面向上滑行的最大高度, 选项 D 正确。

课时 2 由力分析运动

→ 正文 P93

答案

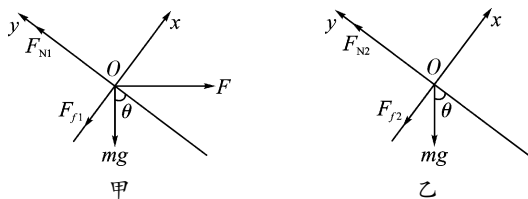
- ① C ② B ③ AC ④ B
⑤ AC ⑥ C ⑦ D ⑧ AB

- ⑨ (1) 松手前, 对铸件由牛顿第二定律得 $F \cos 37^\circ - \mu(mg - F \sin 37^\circ) = ma$, 解得 $a = 1.3 \text{ m/s}^2$ 。
(2) 松手时铸件的速度 $v = at = 5.2 \text{ m/s}$, 松手后的加速度大小为 a' , 则有 $\mu mg = a'm$, 解得 $a' = 2.5 \text{ m/s}^2$, 则松手后铸件还能滑行的距离 $x = \frac{v^2}{2a'}$, 解得 $x = 5.408 \text{ m}$ 。
- ⑩ (1) 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内, 由牛顿第二定律知 $F_1 - F_f = ma_1$, 其中 $F_f = \mu mg$, 由运动学公式有: $v_1 = a_1 t_1$, 解得 $v_1 = 2 \text{ m/s}$, 在 2 s 以后, 由牛顿第二定律有: $F + F_f = ma_2$, 解得物体加速度大小 $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$, 方向与 v 的方向相反。由 $v_2 - v_1 = a_2 t_2$ 知, 减速到停止所用时间 $t_2 = \frac{v_1}{a_2} = \frac{2}{3} \text{ s}$ 。
(2) $0 \sim 2 \text{ s}$ 内物体的位移 $x_1 = \frac{v_1}{2} t_1 = 2 \text{ m}$, $2 \sim 4 \text{ s}$ 内物体的位移 $x_2 = \frac{v_1}{2} t_2 = \frac{2}{3} \text{ m}$, 由周期性可知 $4 \sim 6 \text{ s}$ 内和 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内位移相等。所以 6 s 内物体的位移 $x = 2x_1 + x_2 = \frac{14}{3} \text{ m}$ 。
- ⑪ (1) 由 $H = \frac{1}{2}at_1^2$ 得 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 由 $F - F_f - mg = ma$ 得 $F_f = 4 \text{ N}$ 。
(2) 前 6 s 向上做匀加速运动, 最大速度 $v = at_2 = 12 \text{ m/s}$, 上升的高度 $h_1 = \frac{1}{2}at_2^2 = 36 \text{ m}$, 然后向上做匀减速运动, 设加速度为 a_2 。加速度 $F_f + mg = ma_2$, 解得 $a_2 = 12 \text{ m/s}^2$, 上升的高度 $h_2 = \frac{v^2}{2a_2} = 6 \text{ m}$ 。所以上升的最大高度 $h = h_1 + h_2 = 42 \text{ m}$ 。
(3) 设失去升力下降阶段加速度为 a_3 ; 恢复升力后加速度为 a_4 , 恢复升力时速度为 v_3 , 由牛顿第二定律得 $mg - f = ma_3$, $F + f - mg = ma_4$, 由位

置关系有 $\frac{v_3^2}{2a_3} + \frac{v_3^2}{2a_4} = h$, 且 $v_3 = a_3 t_3$,

解得 $t_3 = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ s} = 2.1 \text{ s}$ 。

- 12 设加速过程的加速度大小为 a_1 , 撤去力 F 后加速度大小变为 a_2 , 根据速度条件有: $a_1 t_1 = a_2 t_2$, 有力 F 作用时, 对物体受力分析并建立直角坐标系如图甲所示。



第 12 题图

由牛顿第二定律可得:

沿斜面方向:

$$F \cos \theta - mg \sin \theta - F_f = ma_1,$$

垂直斜面方向:

$$F_{N1} = (mg \cos \theta + F \sin \theta),$$

$$\text{滑动摩擦力 } F_f = \mu F_{N1},$$

撤去力 F 后, 对物体受力分析如图乙所示。

由牛顿第二定律得:

沿斜面方向:

$$-mg \sin \theta - F_f = -ma_2,$$

$$F_f = \mu F_{N2} = \mu mg \cos \theta,$$

联立各式, 代入数据得:

$$a_2 = 8 \text{ m/s}^2, a_1 = 5 \text{ m/s}^2, \mu = 0.25,$$

$$\text{物体运动的总位移 } x = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2,$$

解得 $x = 16.25 \text{ m}$ 。

解析

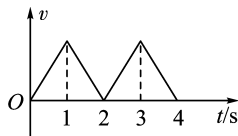
- 1 物体由静止开始在恒力的作用下做初速度为零的匀加速直线运动, 由牛顿第二定律和运动学公式得 $a = \frac{F}{m} = \frac{14}{7} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$, $v = at = 2 \times 5 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$, $x = \frac{1}{2} at^2 = 25 \text{ m}$, 选项 C 正确。
- 2 设汽车刹车后滑动的加速度大小为 a , 由牛顿第二定律得: $\mu mg = ma$, 解得: $a = \mu g$ 。由匀变速直线运动速度—位移关系式 $v_0^2 = 2as$, 可得汽车刹车前的速度为: $v_0 = \sqrt{2as} = \sqrt{2\mu gs} = 14 \text{ m/s}$, 因此 B 正确。
- 3 设屋檐的底角为 θ , 底边长度为 L , 注意底边长度是不变的, 屋顶的坡面长度为 x , 雨滴下滑时加速度为 a , 对雨滴受力分析, 只受重力 mg 和屋顶对雨滴的支持力 F_N , 垂直于屋顶方向: $mg \cos \theta = F_N$, 平行于屋顶方向: $ma = mg \sin \theta$ 。雨滴的加速度为: $a = g \sin \theta$, 则倾角 θ 越大, 雨滴下滑时的加速度越大, 故 A 正确; 雨滴对屋顶的压力大小: $F'_N = F_N = mg \cos \theta$, 则倾角 θ 越大, 雨滴对屋顶压力越小, 故 B 错误; 根据三角关系判断, 屋顶坡面的长度 $x = \frac{L}{2 \cos \theta}$, 由 $x = \frac{1}{2} g \sin \theta \cdot t^2$, 可得: $t = \sqrt{\frac{2L}{g \sin 2\theta}}$, 可见当 $\theta = 45^\circ$ 时, 用时最短, D 错误; 由 $v =$

$g \sin \theta \cdot t$ 可得: $v = \sqrt{gL \tan \theta}$, 可见 θ 越大, 雨滴从顶端 O 下滑至 M 时的速度越大, C 正确。

- 4 设斜面的倾角为 θ , 则 $a = g \sin \theta$, 所以 $AE = 2AD \sin \theta$, 因为 $AE = \frac{1}{2} at^2$, 即 $2AD \sin \theta = \frac{1}{2} gt^2 \sin \theta$, 所以 $t = 2 \text{ s}$, 故选 B。

- 5 设钢索与竖直方向夹角为 θ , 根据牛顿第二定律知加速度 $a = g \sin \theta$, 由照片可看出, 小明运动时的加速度较大, 小明到达终点用时较短, 选项 A 正确, B 错误; 由于两条钢索彼此平行, 它们的起、终点分别位于同一高度, 位移 x 相等, 由 $v^2 = 2ax$ 可知, 加速度较大的小明到达终点时速度较大, 选项 C 正确; 两人由静止开始下滑, 加速度大小与两个人的质量无关, 无法判断两个人质量的大小, 选项 D 错误。

- 6 本题可以通过作 $v-t$ 图很直观地看出结果。如图所示, 各段的合外力大小相同, 则加速度大小相同, 作用时间相同, 所以在 $v-t$ 图中小球的位移始终为正值, 即小球始终向前运动。



第 6 题图

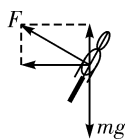
- 7 由 $mg \sin \theta = ma$ 可得 $a = g \sin \theta$ 。物体的加速度 a 随 θ 的增大而增大, 设斜面底边长为 x_0 。由 $\frac{x_0}{\cos \theta} = \frac{1}{2} at^2$ 可得, $t = \sqrt{\frac{2x_0}{g \sin \theta \cos \theta}} = \sqrt{\frac{4x_0}{g \sin 2\theta}}$ 。可见随 θ 的增大, 物体由顶端滑到底端的时间 t 先变小后增大。当 $\theta = 45^\circ$ 时, 时间 t 最短, 故只有 D 正确。
- 8 上升过程中, 由牛顿第二定律 $mg + kv = ma$, 下落过程中 $mg - kv = ma$, 综合知小球的加速度不断减小, $t=0$ 时刻小球加速度最大, 在最高点时加速度等于重力加速度, 故 A、B 正确, D 错误; 相等的高度, 加速度越小, 所花时间越长, 知 $2t_1 < t_2$, 故 C 错误。

微专题 4 多过程问题

→ 正文 P95

答案

- 1 (1) 运动员第一次利用滑雪杖对雪面作用获得的加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律有: $F - F_f = ma_1$, 解得 $a_1 = 1.2 \text{ m/s}^2$, 第一次利用滑雪杖对雪面作用获得的速度大小 $v_1 = a_1 t_1 = 1.2 \text{ m/s}$, 运动员的位移 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 0.6 \text{ m}$ 。
- (2) 运动员停止使用滑雪杖后做匀减速直线运动, 由牛顿第二定律有: $F_f = ma_2$, 解得 $a_2 = 0.2 \text{ m/s}^2$, 第一次撤去水平推力后经过时间 $t_2 = 2.0 \text{ s}$, 速度变为 $v_1' = v_1 - a_2 t_2 = 0.8 \text{ m/s}$, 第二次利用滑雪杖获得的速度大小为 v_2 , 则有: $v_2^2 - v_1'^2 = 2a_1 x_1$, 第二次撤去水平推力后滑行的最大距离 $x_2 = \frac{v_2^2}{2a_2}$, 联立解得 $x_2 = 5.2 \text{ m}$ 。
- 2 (1) 人受重力和三个对称风力 F 处于平衡, 受力如图所示, 由平衡条件知: $3F \cos 60^\circ = 3mg$, 解得: $F = 2mg$ 。
- (2) 当人平衡时受到的风力为 $F = 2mg = kSv \cos 60^\circ$, 横躺着时的风力为 $F_1 = kSv$, 联立得: $F_1 = 4mg$, 表演者站立时的风力 $F_2 = F_1/8 = mg/2$, 表演者从 A 点加速运动到 B 点过程中加速度大



第 2 题图

小 $a_1 = (mg - F_2)/m = 0.5g$,

表演者从 B 点减速运动到 C 点过程中加速度大小 $a_2 = (F_1 - mg)/m = 3.5g$ 。

(3) 设表演者在 B 处的速度为 v_m , 则有: $\frac{v_m^2}{2a_1} + \frac{v_m^2}{2a_2} = h$,

BC 两点之间的距离 $d = \frac{v_m^2}{2a_2} = 0.125h$ 。

3 (1) 设绳子的拉力为 F_T , P 、 Q 加速度大小为 a_1 ,

对 Q : $m_Q g - F_T = m_Q a_1$, 对 P : $F_T + \mu m_P g = m_P a_1$, 解得: $a_1 = 7.5 \text{ m/s}^2$, 方向水平向左。

(2) P 减速到 1 m/s 经历时间为 t , 有 $t = (v_0 - v)/a_1 = 0.4 \text{ s}$,

位移 $x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$, 解得 $x_1 = 1 \text{ m}$,

此后对 P 、 Q 整体有, $m_Q g - \mu m_P g = (m_Q + m_P) a_2$, 解得 $a_2 = 2.5 \text{ m/s}^2$, 物块 P 速度为 0 时的位移 $x_2 = \frac{v^2}{2a_2} = 0.2 \text{ m}$, 由于

$x_1 + x_2 = 1.2 \text{ m} < 2 \text{ m}$, 故物块 P 未从传送带右端落下。

物块 P 在整个过程中先向右做匀减速运动, 然后向左做匀加速运动, 设物块 P 离开传送带的速度大小为 v , 由运动学公式有: $2a_2(x_1 + x_2) = v^2$, 解得 $v = \sqrt{6} \text{ m/s}$ 。

4 (1) 设滑块在地面滑行时加速度大小为 a_1 , 设滑块刚冲上薄木板时速度为 v_1 。

对滑块, 由牛顿第二定律得: $\mu_1 Mg = Ma_1$,

由运动学公式, 有: $v_1^2 - v_0^2 = -2a_1 x$,

联立解得: $v_1 = 2 \text{ m/s}$ 。

(2) 滑块冲上薄木板后, 设薄木板的加速度大小为 a_2 。

对薄木板, 由牛顿第二定律得: $\mu_1 Mg - \mu_2(M + m)g = ma_2$,

滑块冲上薄木板后, 薄木板以 a_2 加速运动, 滑块仍以 a_1 减速运动, 设经时间 t 两者共速,

根据速度条件有: $v_1 - a_1 t = a_2 t$,

联立解得: $t = 0.5 \text{ s}$,

则此时滑块和薄木板的速度大小 $v_2 = 1 \text{ m/s}$,

该段时间内滑块的位移: $x_1 = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)t$, 解得 $x_1 = 0.75 \text{ m}$;

薄木板的位移: $x_2 = \frac{1}{2}(0 + v_2)t = 0.25 \text{ m}$,

由于 $x_1 - x_2 < L$, 所以滑块未滑出薄木板。

因为 $\mu_1 > \mu_2$, 所以滑块与薄木板共同减速, 设加速度大小为 a_3 ,

根据牛顿第二定律, 有: $\mu_2(M + m)g = (M + m)a_3$,

设滑块与薄木板共同减速的位移大小为 x_3 , 有: $v_2^2 = 2a_3 x_3$,

联立解得 $x_3 = 0.5 \text{ m}$,

所以滑块从刚冲上薄木板到停止时位移的大小: $x = x_1 + x_3 = 1.25 \text{ m}$ 。

5 (1) 要使砝码相对薄木板滑动, 应满足薄木板的加速度大于砝码的加速度 a_1 , 相对滑动时砝码的加速度 $a_1 = \mu_1 g$, 由牛顿第二定律得: $F - \mu_1 mg - \mu_2(m + 2m)g \geq 2ma_1$,

拉力 F 满足: $F \geq 3(\mu_1 + \mu_2)mg$ 。

(2) 设砝码减速过程的加速度为 a_2 , 有 $a_2 = \mu_2 g$, 薄木板的加速度为 a 。

假设砝码刚好滑到桌面的边缘, 砝码加速过程的末速度为 v , 有: $2a_1 x_1 = 2a_2 x_2 = v^2$,

加速过程的位移 x_1 和减速过程的位移 x_2 的关系有: $x_1 + x_2 \leq L/2$, L 为桌面的长度,

根据砝码和薄木板间的位置关系知: $x_1 + \frac{L}{2} = \frac{1}{2}at^2$, $x_1 =$

$$\frac{1}{2}a_1 t^2,$$

联立上面各式得 $a \geq \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{\mu_2} \mu_1 g$ 。

单元综合

第5章 专题 突破专练

→ 正文 P97

答案

- 1 B 2 C 3 C 4 BC 5 BC
6 C 7 AD 8 AC 9 B 10 AC
11 C 12 BC 13 ABD 14 A 15 BC
16 A 17 A

18 当盘静止时, 由平衡条件有 $kL = m_0 g + mg$,

当向下拉 ΔL 时, 拉力设为 F , 由平衡条件知 $k(L + \Delta L) = m_0 g + mg + F$,

松手瞬间, 系统受到的合外力为 F ,

由牛顿第二定律有 $F = (m_0 + m)a$,

隔离物体 m , 由牛顿第二定律有 $F_N - mg = ma$,

解得 $F_N = \left(1 + \frac{\Delta L}{L}\right)mg$ 。

19 (1) 对 A 、 B 、 C 整体由牛顿第二定律有

$3mgsin\theta - 3\mu mgcos\theta = 3ma$,

解得 $a = gsin\theta - \mu gcos\theta$ 。

(2) 隔离小球 A , 设 B 对小球的弹力为 F_1 , C 对小球的弹力为 F_2 ,

由牛顿第二定律有 $mgsin\theta - F_2 cos\theta = ma$,

$F_1 = mgcos\theta + F_2 sin\theta$,

解得 $F_2 = \mu mg$, $F_1 = mgcos\theta + \mu mg sin\theta$,

由牛顿第三定律知球对木板 B 的压力

$F = F_1 = mgcos\theta + \mu mg sin\theta$ 。

20 设绳的拉力为 T , 加速度为 a 。利用牛顿第二定律, 对物体 A 有 $F - T = ma$,

对整体有 $F = 3ma$,

联立解得 $T = 2ma$ 。

设绳与竖直方向的夹角为 α , 以物体 B 为研究对象, 利用牛顿第二定律,

水平方向: $T sin\alpha = ma$, 竖直方向: $T cos\alpha = mg$,

解得 $T^2 = (mg)^2 + (ma)^2$,

联立解得 $a = \frac{\sqrt{3}}{3}g$, $F = \sqrt{3}mg$ 。

21 C 22 A 23 AC 24 C

25 (1) 由题图知物体在 $6 \sim 10 \text{ s}$ 内仅受滑动摩擦力做匀减速运动, 由图知 $a_3 = 2.5 \text{ m/s}^2$,

利用牛顿第二定律知 $\mu mg = ma_3$, $\mu = 0.25$;

在 $2 \sim 6 \text{ s}$ 内物体做匀速运动, 拉力等于滑动摩擦力, $\mu mg = F_2$, 而 $F_2 = 5 \text{ N}$,

所以质量 $m = 2 \text{ kg}$ 。

(2) 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内, 由牛顿第二定律知 $F_1 - \mu mg = ma_1$,

由题图知 $a_1 = \frac{10 \text{ m/s} - v_0}{2 \text{ s}}$,

联立可得 $a_1 = 2.5 \text{ m/s}^2$, $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 。

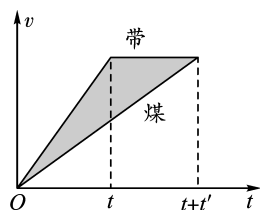
26 BD 27 D 28 BD 29 BD

- 30 煤块与传送带之间发生了相对滑动,煤块的加速度 a 小于传送带的加速度 a_0 。传送带先做加速运动,再做匀速直线运动。

根据牛顿定律可得 $a = \mu g$,

设传送带由静止开始经历时间 t 加速到速度等于 v_0 ,煤块则由静止加速到 v ,有 $v_0 = a_0 t, v = at$ 。

由于 $a < a_0$,故 $v < v_0$,煤块继续受到滑动摩擦力的作用。再经过时间 t' ,煤块的速度由 v 增加到 v_0 ,有 $v_0 = v + at'$,如图所示。



第 30 题图

此后,煤块与传送带运动速度相同,相对于传送带不再滑动,不再产生新的痕迹。

设在煤块的速度从零增加到 v_0 的整个过程中,传送带和煤块移动的距离分别为 s_1 和 s_2 ,

$$\text{有 } s_1 = \frac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t', s_2 = \frac{v_0^2}{2a},$$

传送带上留下的黑色痕迹的长度 $L = s_1 - s_2$ 。

$$\text{由以上各式得 } L = \frac{v_0^2 (a_0 - \mu g)}{2\mu a_0 g}。$$

- 31 设刚开始时弹簧压缩量为 x_0 ,根据平衡条件和胡克定律有 $(m_1 + m_2) g \sin 37^\circ = kx_0$,解得 $x_0 = 0.12 \text{ m}$,因为在 0.2 s 内, F 为变力,0.2 s 以后, F 为恒力,故在 0.2 s 时,由胡克定律和牛顿第二定律得,

$$\text{对 } P: kx_1 - m_1 g \sin \theta = m_1 a,$$

$$\text{前 } 0.2 \text{ s 内 } P、Q \text{ 向上运动的距离为 } x_0 - x_1, \text{ 则 } x_0 - x_1 = \frac{1}{2} at^2, \text{ 联立解得 } a = 3 \text{ m/s}^2,$$

当 $P、Q$ 刚开始运动时拉力最小,此时有

$$\text{对 } PQ \text{ 整体: } F_{\min} = (m_1 + m_2) a = 36 \text{ N},$$

当 $P、Q$ 分离时拉力最大,此时有

$$\text{对 } Q: F_{\max} - m_2 g \sin \theta = m_2 a, \text{ 解得 } F_{\max} = 72 \text{ N}。$$

- 32 (1) 根据 $v-t$ 图像可知物体 A 的加速度为

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10}{5} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2,$$

以 A 为研究对象,根据牛顿第二定律可得

$$F - \mu m_A g = m_A a_A, \text{ 解得 } \mu = \frac{F - m_A a_A}{m_A g} = 0.4。$$

(2) 由题图乙可知木板 B 的长度为

$$L = \frac{1}{2} \times 5 \times 10 \text{ m} = 25 \text{ m}。$$

若 B 不固定,则 B 的加速度为

$$a_B = \frac{\mu m_A g}{m_B} = \frac{0.4 \times 1 \times 10}{4} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2。$$

设 A 运动到 B 的最右端所用的时间为 t ,根据题意可得

$$\frac{1}{2} a_A t^2 - \frac{1}{2} a_B t^2 = L, \text{ 解得 } t = 7.07 \text{ s}。$$

- 33 (1) 分析小物块受力情况,由牛顿第二定律得 $F - \mu mg = ma_{m1}$,由运动学公式知 $v_{m1}^2 = 2a_{m1}L$,解得 $v_{m1} = 2 \text{ m/s}$ 。

(2) 小物块在作用区中运动的时间 $t_1 = \frac{v_{m1}}{a_{m1}} = 1 \text{ s}$,

小物块离开作用区后,由牛顿第二定律得 $\mu mg = ma_{m2}$,对木板有 $\mu mg = Ma_M$,

小物块离开作用区域时,木板的速度 $v_{M1} = a_M t_1 = 0.5 \text{ m/s}$,小物块与木板能有共同速度,由运动学公式有

$$v = v_{m1} - a_{m2} t_2, v = v_{M1} + a_M t_2, \text{ 解得 } t_2 = 1 \text{ s}。$$

$$\text{由运动学公式 } d = v_{m1} t_2 - \frac{1}{2} a_{m2} t_2^2,$$

解得 $d = 1.5 \text{ m}$ 。

解析

- 老鹰沿虚线 MN 做减速运动,合外力与初速度的方向相反,由受力分析可知,空气的阻力与重力的合力方向与 MN 反向,因此空气对老鹰的作用力可能是题图中的 F_2 , B 正确。
- 对雨滴进行受力分析可得 $mg - kv = ma$,可知随雨滴速度的增大,雨滴做加速度减小的加速运动。
- 由题图可知,钢球先做减速运动,后做匀速运动,选项 A、B 均错误;由运动情况可知受力情况,故选项 C 正确,选项 D 错误。
- 木块接触弹簧后向右运动,弹力逐渐增大,开始时恒力 F 大于弹簧弹力,合外力方向水平向右,与木块速度方向相同,木块速度不断增大, A 项错误, B 项正确;当弹力增大到与恒力 F 相等时,合力为零,速度增大到最大值, C 项正确;之后木块由于惯性继续向右运动,但合力方向与速度方向相反,木块速度逐渐减小到零,此时,弹力大于恒力 F ,加速度大于零, D 项错误。
- 小球压缩弹簧过程受两个力,重力 mg 和竖直向上的弹力 $F = kx$ 。当小球重力大于弹簧的弹力时,小球的加速度 $a = g - \frac{kx}{m}$,方向竖直向下,小球做加速度减小的加速运动,速度不断增大,直到 $mg = kx_1$ 时,加速度为零,速度最大;接下来弹簧的弹力大于重力,加速度 $a = \frac{kx}{m} - g$,大小不断增大,方向竖直向上,速度不断减小,直到速度为零,知 B、C 正确, A、D 错误。
- 第 1 s 内,物体保持静止状态,说明 F_1 和 F_2 的合力为零,即 F_1 和 F_2 大小相等。第 2 s 与第 3 s 内,合力从零逐渐增大,物体做加速度增大的加速运动。第 4 s 与第 5 s 内,合力由最大值开始减小,但物体仍做加速运动,加速度逐渐减小。到第 5 s 末,速度达到最大值。第 6 s 内,合力为零,物体匀速运动。故选项 C 正确。
- 在 t_0 时间内物块保持静止,所以物块的加速度为零,即 A 正确; t_1 时刻物块加速度最大,在 t_3 时刻物块做减速运动,加速度不为零,所以 B、C 错误;在 t_2 时刻物块的加速度为零,速度最大,所以 D 正确。
- 已知质点在外力作用下做直线运动,根据它的速度—时间图像可知,当斜率和速度同为正或同为负时,质点所受合外力的方向与速度方向相同,即 t_1 时刻和 t_3 时刻。
- 从题图可知,当人最后不动时,绳上的拉力为 $\frac{3}{5} F_0$,即 $mg = \frac{3}{5} F_0$,最大拉力为 $\frac{9}{5} F_0$,因此最大加速度为 $\frac{9}{5} F_0 - mg = ma$,解得 $a = 2g$, B 项正确。
- 剪断细线前,把 $a、b、c$ 看成整体,细线上的拉力为 $T = 3mg$ 。因在剪断瞬间,弹簧未发生突变,因此 $a、b、c$ 之间的作用力与剪断细线之前相同。则将细线剪断瞬间,对 a 隔离进行受力

- 分析,由牛顿第二定律得 $3mg = ma_1$,得 $a_1 = 3g$,A 正确,B 错误;由胡克定律知 $2mg = k\Delta L_1$, $mg = k\Delta L_2$,所以 $\Delta L_1 = 2\Delta L_2$,C 正确,D 错误。
- 11 在抽出木板的瞬间,物块 1、2 与刚性轻杆接触处的形变立即消失,受到的合力均等于各自重力,所以由牛顿第二定律知 $a_1 = a_2 = g$;而物块 3、4 间的轻弹簧的形变还来不及改变,此时弹簧对物块 3 向上的弹力大小和对物块 4 向下的弹力大小仍为 mg ,因此物块 3 满足 $mg = F$, $a_3 = 0$;由牛顿第二定律得物块 4 满足 $a_4 = \frac{F + Mg}{M} = \frac{M + m}{M}g$,所以选项 C 正确。
- 12 设弹簧的弹力大小为 F ,由平衡条件可知, $F = mgsin \theta$,烧断细线瞬间,弹簧弹力不变,故 B 球受力情况不变,加速度为零,B 正确,A、D 错误;以 A 为研究对象,由牛顿第二定律可得 $F + mgsin \theta = ma_A$,解得 $a_A = 2gsin \theta$,C 正确。
- 13 未剪断轻绳时,水平面对小球的弹力为零,小球受到重力 mg 、轻绳的拉力 F_T 和弹簧的弹力 F 作用而处于平衡状态。根据平衡条件得竖直方向上有 $F_T cos \theta = mg$,水平方向上有 $F_T sin \theta = F$,解得弹簧弹力 $F = mgtan \theta = 20 \text{ N}$,A 正确;剪断轻绳后小球在竖直方向仍平衡,即水平面支持力 $F_N = mg$,水平方向上弹簧的弹力保持不变,由牛顿第二定律得小球的加速度 $a = \frac{F - \mu F_N}{m} = \frac{20 - 0.2 \times 20}{2} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2$,方向向左,B 正确;当剪断弹簧的瞬间,小球只受地面支持力和重力作用,且二力平衡,加速度为零,C 错误,D 正确。
- 14 设单位长度的绳子质量为 m_0 ,则长度为 x 的这段绳子的质量为 xm_0 。由整体法有 $F = Lm_0a$,隔离长度为 x 的这段绳子,有 $T = xm_0a$,联立两式得 $T = \frac{x}{L}F$,A 正确。
- 15 设该列车厢与 P 相连的部分为 P 部分,与 Q 相连的部分为 Q 部分,设该列车厢有 n 节,Q 部分为 n_1 节,每节车厢质量为 m ,当加速度为 a 时,对 Q 有 $F = n_1ma$;当加速度为 $\frac{2}{3}a$ 时,对 P 有 $F = (n - n_1)m \frac{2}{3}a$,联立得 $2n = 5n_1$ 。当 $n_1 = 2, n_1 = 4, n_1 = 6$ 时, $n = 5, n = 10, n = 15$,由题中选项得该列车厢节数可能为 10 或 15,选项 B、C 正确。
- 16 水平拉动时,对 A、B 整体,利用牛顿第二定律有 $F - \mu(m + 2m)g = 3ma_1$,对物体 A 有 $kx_1 - \mu mg = ma_1$,可得 $x_1 = \frac{F}{3k}$;竖直提升时,对整体有 $F - 3mg = 3ma_2$,对物体 A 有 $kx_2 - mg = ma_2$, $x_2 = \frac{F}{3k}$,故 $x_1 : x_2 = 1 : 1$,A 项正确。
- 17 设 A 与斜面间的动摩擦因数为 μ ,则整体向上滑动时加速度为 $a = gsin \theta + \mu gcos \theta$,对物体 B,仅由重力产生的加速度为 $a_0 = gsin \theta$, $a_0 < a$,说明物体 B 受到物体 A 对其沿斜面向下的静摩擦力,即 A 受到 B 对它沿斜面向上的静摩擦力,且静摩擦力产生的加速度为 $\mu gcos \theta$,故 A 正确。
- 21 木箱是靠静摩擦力提供制动力,木箱减速的最大加速度 $a = \mu g = 5 \text{ m/s}^2$,所以卡车刹车时加速度应小于或等于 5 m/s^2 ,则刹车时间最短为 $t = \frac{v}{a} = 3 \text{ s}$,故 C 正确。
- 22 要使 B 从 A 下滑出来,即物体 B 比物体 A 速度大,应使物体 B 的加速度大于物体 A 的加速度。当 A、B 间有最大静摩擦力时,物体 A 的加速度最大,由牛顿第二定律知,最大加速度为 2 m/s^2 ,对 A、B 整体应用牛顿第二定律有 $F - \mu(m_A + m_B)g = (m_A + m_B)a$,解得 $F = 12 \text{ N}$,使 B 从物体 A 下滑出来的条件是 $F > 12 \text{ N}$,A 正确,B、C、D 错误。

- 23 质量为 m 和 $2m$ 的木块之间有摩擦力,质量为 m 的木块由静摩擦力提供加速度,质量为 $2m$ 的木块共受五个力:摩擦力、重力、压力、支持力、拉力,A 正确;当拉力 $F = T$ 时,整体加速度为 $a = \frac{T}{6m}$,隔离后两个木块,绳子拉力 $F_T = 3ma = \frac{T}{2}$,所以绳子不会拉断,B 错误;同理,C 正确;绳子刚被拉断时,后两木块加速度为 $a = \frac{T}{3m}$,隔离 m 物体, $f = am = \frac{T}{3}$,D 错误。静摩擦力的被动性和整体法与隔离法常常结合起来考查。
- 24 设整体加速度为 a ,对 B 木块受力分析,水平方向只受静摩擦力作用, $F_f = 2ma$,对 A、B、C 三个木块组成的整体受力分析,水平方向只受静摩擦力作用, $F_f = 4ma$;由于 A、B 间和 C、D 间的最大静摩擦力大小都为 μmg ,且 $F_f > F_{f0}$,所以整体加速度增大时,C、D 间的静摩擦力先达到最大静摩擦力,取 $F_f = \mu mg$,再对 A、B 两木块组成的整体受力分析,水平方向只受绳的拉力作用,有 $F_T = 3ma$,解得 $F_T = \frac{3}{4}\mu mg$,C 正确。
- 26 行李放在传送带上,传送带对行李的滑动摩擦力使行李开始做匀加速直线运动,随后行李又以与传送带相等的速率做匀速直线运动。加速度为 $a = \mu g = 1 \text{ m/s}^2$,历时 $t_1 = \frac{v}{a} = 1 \text{ s}$ 达到共同速度,位移 $x_1 = \frac{v}{2}t_1 = 0.5 \text{ m}$,此后行李匀速运动 $t_2 = \frac{2 \text{ m} - x_1}{v} = 1.5 \text{ s}$ 到达 B,共用 2.5 s ;乘客到达 B,历时 $t = \frac{2 \text{ m}}{v} = 2 \text{ s}$,故 B 正确。若传送带速度足够大,行李一直加速运动,最短运动时间 $t_{\min} = \sqrt{\frac{2 \times 2}{1}} \text{ s} = 2 \text{ s}$,D 正确。
- 27 小木块刚放上传送带,传送带的速度大于小木块的速度,传送带给小木块一沿斜面向下的滑动摩擦力,小木块由静止加速下滑。由分析得 $mgsin \theta + \mu mgcos \theta = ma_1$, $a_1 = g(sin \theta + \mu cos \theta)$;当小木块加速至与传送带速度相等时,由于 $\mu < tan \theta$,小木块在重力作用下将继续加速,此后小木块的速度大于传送带的速度,传送带给小木块沿传送带向上的滑动摩擦力,但合力沿传送带向下,小木块继续加速下滑,同理得 $a_2 = g(sin \theta - \mu cos \theta)$ 。所以本题正确选项为 D。
- 28 因为 $mgsin 37^\circ > \mu mgcos 37^\circ$,所以物块 A 沿传送带加速下滑,传送带逆时针转动,则物块 B 沿传送带加速下滑,所以两物块受到的摩擦力都是沿斜面向上,其加速度大小相等,两物块同时到达传送带的底端,选项 A、C 错误,B 正确;物块 A 的划痕等于斜面长度与传送带位移之差,而物块 B 的划痕则等于两者之和,故 D 正确。
- 29 设物体的质量为 m ,静止时弹簧的压缩量为 Δx ,由二力平衡可得 $k\Delta x = mg$,现用竖直向上的拉力 F 作用在物体上,使物体开始向上做匀加速运动,根据拉力 F 与物体位移 x 的关系可得 $F_1 = ma$, $F_2 - mg = ma$,其中 $F_1 = 10 \text{ N}$, $F_2 = 30 \text{ N}$,联立解得物体的质量 $m = 2 \text{ kg}$,物体的加速度 $a = 5 \text{ m/s}^2$, $k = 500 \text{ N/m}$,B、D 正确。

第5章 真题 分类专练

→ 正文 P103

答案

- 1 D 2 B 3 A 4 C
5 BD 6 A
7 (1) 设冰球与冰面间的动摩擦因数为 μ ,冰球的加速度

为 a_1 。

由牛顿第二定律有 $\mu mg = ma_1$,

由位移和速度关系有 $-2a_1 s_0 = v_1^2 - v_0^2$ 。

联立解得 $\mu = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2gs_0}$ 。

(2) 设冰球的运动时间为 t , 则有 $t = \frac{v_0 - v_1}{\mu g}$,

由位移—时间关系有 $s_1 = \frac{1}{2}at^2$, $a = \frac{s_1(v_0 + v_1)^2}{2s_0^2}$ 。

- 8 (1) 滑块 A 和 B 在木板上滑动时, 木板也在地面上滑动。设 A 、 B 和木板所受的摩擦力大小分别为 f_1 、 f_2 和 f_3 , A 和 B 相对于地面的加速度大小分别是 a_A 和 a_B , 木板相对于地面的加速度大小为 a_1 。在物块 B 与木板达到共同速度前有 $f_1 = \mu_1 m_A g$, $f_2 = \mu_1 m_B g$, $f_3 = \mu_2 (m_A + m_B + m)g$, 由牛顿第二定律得

$$f_1 = m_A a_A, f_2 = m_B a_B, f_2 - f_1 - f_3 = ma_1,$$

设在 t_1 时刻, B 与木板达到共同速度, 设大小为 v_1 。

由运动学公式有 $v_1 = v_0 - a_B t_1$, $v_1 = a_1 t_1$,

联立各式, 代入已知数据得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ 。

(2) 在 t_1 时间间隔内, B 相对于地面移动的距离为 $s_B =$

$$v_0 t_1 - \frac{1}{2} a_B t_1^2, \text{ 设在 } B \text{ 与木板达到共同速度 } v_1 \text{ 后, 木板}$$

的加速度为 a_2 , 对 B 和木板系统,

由牛顿第二定律得 $f_1 + f_3 = (m_B + m) a_2$,

根据上问知, $a_A = a_B$, B 与木板的速度相同时, A 的速度大小为 v_1 , 但方向与木板相反。

由题意得, A 和 B 相遇时, A 与木板的速度相同, 设其大小为 v_2 , 设 A 的速度大小从 v_1 到 v_2 所用时间为 t_2 。

由运动学公式, 对木板有 $v_2 = v_1 - a_2 t_2$, 对 A 有 $v_2 = -v_1 + a_A t_2$, 在 t_2 时间间隔内, B 和木板相对于地面移动的距离为 $s_1 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,

在 $(t_1 + t_2)$ 时间间隔内, A 相对于地面移动的距离为

$$s_A = v_0(t_1 + t_2) - \frac{1}{2} a_A (t_1 + t_2)^2,$$

A 和 B 相遇时, A 与木板的速度也恰好相同, 因此 A 和 B 开始运动时, 两者之间的距离为 $s_0 = s_A + s_1 + s_B$,

联立解得 $s_0 = 1.9 \text{ m}$ 。

(也可用速度—时间图线帮助解题)

- 9 (1) 设货物的质量为 m , 货物在车厢内滑动过程中, 货物与车厢间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$, 受摩擦力大小为 f , 加速度大小为 a_1 , 则

$$f + mg \sin \theta = ma_1, \quad (1)$$

$$f = \mu mg \cos \theta, \quad (2)$$

联立①②式并代入数据得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$,

a_1 的方向沿制动坡床向下。

(2) 设货车的质量为 $4m$, 车尾位于制动坡床底端时的车速为 $v = 23 \text{ m/s}$ 。货物在车厢内开始滑动到车头距制动坡床顶端 $s_0 = 38 \text{ m}$ 的过程中, 用时为 t , 货物相对于制动坡床的运动距离为 s_1 , 在车厢内滑动的距离 $s = 4 \text{ m}$, 货车的加速度大小为 a_2 , 货车相对于制动坡床的运动距离为 s_2 。货车受到制动坡床的阻力大小为 F , F 是货车和货物总重的 k 倍, $k = 0.44$, 货车长度 $L_0 = 12 \text{ m}$, 制动坡床的长度为 L , 则

$$4mg \sin \theta + F - f = 4ma_2, \quad (4)$$

$$F = k(m + 4m)g, \quad (5)$$

$$s_1 = vt - \frac{1}{2} a_1 t^2, \quad (6)$$

$$s_2 = vt - \frac{1}{2} a_2 t^2, \quad (7)$$

$$s = s_1 - s_2, \quad (8)$$

$$L = L_0 + s_0 + s_2, \quad (9)$$

$$\text{联立①②④} \sim \text{⑨式并代入数据得 } L = 98 \text{ m}. \quad (10)$$

解析

- 1 惯性是物体的固有属性, 惯性的大小由物体的质量决定, 与速度无关, 故 D 正确。
- 2 电梯加速下降, 重力一部分用来产生向下的加速度, 重力产生挤压的效果减弱, 知乘客处于失重状态, B 正确。
- 3 物体受到的重力与静摩擦力大小相等, A 正确; 水平压力 F 与墙面对物体的弹力大小相等, B 错误; 物体受到的重力与静摩擦力、水平压力 F 与墙面对物体的弹力都是一对平衡力, C、D 错误。
- 4 竹蜻蜓对空气的作用力和空气对竹蜻蜓的作用力是一对相互作用力, 竹蜻蜓向上飞是因为空气对竹蜻蜓的作用力大于竹蜻蜓自身的重力, 故 C 正确。
- 5 根据 $v-t$ 图线与横轴所围图形的面积表示位移, 可知第二次滑翔过程中在竖直方向上的位移比第一次的大, 选项 A 错误; 根据 $v-t$ 图线的斜率表示加速度, 综合分析可知, 第二次滑翔过程中在竖直方向上的平均加速度比第一次的小, 选项 C 错误。第二次滑翔过程中在竖直方向的位移比第一次的大, 又运动员每次滑翔过程中竖直位移与水平位移的比值相同 (等于倾斜雪道与水平面夹角的正切值), 故第二次滑翔过程中在水平方向上的位移比第一次的大, 选项 B 正确; 竖直方向上的速度大小为 v_1 时, 根据 $v-t$ 图线的斜率表示加速度可知, 第二次滑翔过程中在竖直方向上的加速度比第一次的小, 由牛顿第二定律有 $mg - f = ma$, 可知第二次滑翔过程中在竖直方向上所受阻力的比第一次的大, 选项 D 正确。
- 6 由牛顿第二定律得 $F - mg + F_{\text{弹}} = ma$ 。弹力 $F_{\text{弹}} = k(x_0 - x)$, 初状态时, $kx_0 = mg$, 联立解得 $F = ma + kx$, 对照题图知 A 正确。

第5章 单元测试卷

→ 正文 P105

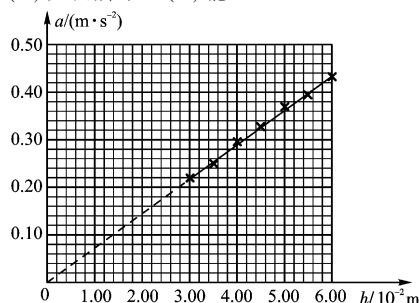
答案

- 1 D 2 C 3 C 4 B 5 B
6 C 7 BD 8 BD 9 ACD 10 CD

- 11 (1) $m \ll M$ (2) BC (3) m 过大 (或 M 过小), 造成 m 不是远小于 M 木板的倾角过大

- 12 (1) $g \frac{h}{L}$ 过坐标原点 O (2) 两光电门 1、2 中心
$$a = \frac{d^2(t_1^2 - t_2^2)}{2st_1^2 t_2^2}$$
 (3) 高度调得太小, 各种阻力的效果明显

显 (4) 如图所示 (5) 能



第 12 题图

- 13 (1) 设子弹的加速度为 a , $a = \frac{v}{\Delta t}$,

由牛顿第二定律知, 子弹受到的合外力为 $F' = ma$,
由牛顿第三定律知, 狙击步枪受到的作用力为 $F' = F$,
所以后坐力 $F = \frac{mv}{\Delta t}$ 。

- (2) 步枪后坐的加速度 $a' = \frac{F}{M} = \frac{ma}{M}$,

由运动学公式 $x_1 = \frac{1}{2}a'\Delta t^2$, $x_1 = \frac{mv\Delta t}{2M}$ 。

- (3) 设子弹加速的位移为 x_2 , 由 $x_2 = \frac{v}{2}\Delta t$,

枪管的长度 $L = x_1 + x_2 = \frac{v\Delta t}{2} \cdot \frac{m+M}{M}$ 。

- 14 (1) 整体以 a 匀加速向右运动, 对整体应用牛顿第二定律 $F - \mu(M+m)g = (M+m)a$, 得 $F = 6 \text{ N}$ 。

(2) 设弹簧的形变量为 x , 斜面对小球的支持力为 F_N , 对小球受力分析,

在水平方向: $kxcos\theta - F_Nsin\theta = ma$,

在竖直方向: $kxsin\theta + F_Ncos\theta = mg$,

解得 $x = 0.017 \text{ m}$, $F_N = 3.7 \text{ N}$ 。

- 15 (1) 要想获得成功, 瓶子滑到 C 点时速度恰好为零, 力作用时间最长, 设最长时间为 t_1 , 力作用时的加速度为 a_1 、位移为 x_1 , 撤力时瓶子的速度为 v_1 , 撤力后瓶子的加速度为 a_2 、位移为 x_2 , 则

根据牛顿第二定律有 $F - \mu mg = ma_1$, $-\mu mg = ma_2$,

$v_1 = a_1 t_1$, $2a_1 x_1 = v_1^2$, $2a_2 x_2 = -v_1^2$,

$x_1 + x_2 = L$, 解得 $t_1 = \frac{1}{6} \text{ s}$ 。

(2) 要想获得成功, 瓶子滑到 B 点时速度恰好为零, 力作用距离最小, 设最小距离为 x_3 , 撤力时瓶子的速度为 v_2 , 则 $2a_1 x_3 = v_2^2$, $2a_2 (L_1 - L_2 - x_3) = -v_2^2$,

解得 $x_3 = 0.4 \text{ m}$ 。

- 16 (1) 设下滑过程中物块 P 的加速度为 a_1 , 由牛顿第二定律有 $mgsin 53^\circ - \mu mgcos 53^\circ = ma_1$,
解得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$, 由运动学知识有 $v^2 = 2a_1 L$, 其中 $L = \frac{h}{sin 53^\circ}$, 解得 $v = 6 \text{ m/s}$ 。

(2) 当物块 P 滑上木板 A 时, P 对 A 的摩擦力为 $f_1 = \mu_1 mg = 5 \text{ N}$, 地面对 B 的摩擦力为 $f_2 = 2 \text{ N}$, 地面对 A 和 B 的最大静摩擦力 $f_3 = \mu_2 (m + M)g = 4 \text{ N}$, 因为 $f_1 < f_2 + f_3$, 物块 P 在 A 上滑动时, A 保持静止。

物块 P 在木板上滑动的加速度 $a_2 = \mu_2 g = 2 \text{ m/s}^2$,

由运动学知识有 $v^2 - v_B^2 = 2a_2 L$, $t = \frac{v - v_B}{a_2}$,

解得 $v_B = 2\sqrt{7} \text{ m/s}$, $t = 3 - \sqrt{7} \text{ s}$ 。

解析

- 1 因磁性冰箱贴静止不动, 故在水平方向上受到两个力, 磁力与弹力二力平衡, 选项 D 正确, A、B、C 错误。
- 2 物体在斜面上下滑, 受到重力、支持力和摩擦力的作用, 其合外力为恒力, 加速度为恒量, 物体做匀加速直线运动, 其加速度图像应为一平行于横轴的直线段, 速度 $v = at$, 其速度图像应为一向上倾斜的直线段, 路程 $s = \frac{at^2}{2}$, 路程随时间变化的图像应为一开口向上的抛物线, A、B、D 错误; 物体滑到水平

面上后, 在摩擦力作用下做匀减速运动, 其摩擦力大于在斜面上运动时的摩擦力, 所以 C 正确。

- 3 登陆舱以恒定速率下降时有 $F_1 - mg = 0$, 加速下降时, 由牛顿第二定律得 $mg - F_2 = ma$, 解得 $m = 2650 \text{ kg}$, $g = 1.23 \text{ m/s}^2$, C 项正确。

- 4 猫处于平衡状态, 由物体平衡条件, 猫受到的摩擦力为 $f = mgsin\alpha$, 受到的支持力为 $N = mgcos\alpha$, 猫给木板的摩擦力为 f' , 支持力为 N' , 由牛顿第三定律有 $f' = f$, $N' = N$, 对木板利用牛顿第二定律有 $2ma = 2mgsin\alpha + f'$, 解得加速度为 $a = 1.5gsin\alpha$, B 正确。

- 5 若物体向左做匀加速直线运动, 根据牛顿第二定律可知 $F_2 - F_1 - \mu G = ma > 0$, 解得 $F_1 < 5 \text{ N}$, A 项不符合题意; 若物体向右做匀加速直线运动, 根据牛顿第二定律可知 $F_1 - F_2 - \mu G = ma > 0$, 解得 $F_1 > 25 \text{ N}$, C、D 两项不符合题意。

- 6 木炭包与传送带相对滑动的距离为黑色径迹的长度, 当放上木炭包后传送带相对于木炭包向右滑动, 所以黑色径迹应出现在木炭包的右侧, 选项 A 错误; 设木炭包的质量为 m , 传送带的速度为 v , 木炭包与传送带间动摩擦因数为 μ , 则对木炭包有 $\mu mg = ma$, 木炭包加速的时间 $t = \frac{v}{\mu g}$, 该过程传送带的

位移 $x_1 = vt = \frac{v^2}{\mu g}$, 木炭包的位移 $x_2 = \frac{v^2}{2\mu g}$, 黑色径迹的长

度 $\Delta x = x_1 - x_2 = \frac{v^2}{2\mu g}$, 由上式可知径迹的长度与木炭包的质量无关, 传送带的速度越大, 径迹越长, 木炭包与传送带间动摩擦因数越大, 径迹越短, 选项 C 正确, B、D 错误。

- 7 由运动学公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 可知, $v^2 - x$ 图像中前 5 m 图线的斜率为 $2a$, 所以在前 5 m 内, 物块以 10 m/s^2 的加速度做减速运动, 减速时间为 1 s 。 $5 \sim 13 \text{ m}$ 的运动过程中, 物块以 4 m/s^2 的加速度做加速运动, 加速时间为 2 s , 即物块在 $1 \sim 3 \text{ s}$ 内做加速运动, A 错误, B 正确。根据牛顿第二定律可知, 在减速的过程中 $F + \mu mg = ma_1$, 加速过程中 $F - \mu mg = ma_2$, 代入数据可解得 $F = 7 \text{ N}$, $\mu = 0.3$, 所以 C 错误, D 正确。

- 8 乘客随着车厢加速运动, 受到的合力方向与车运动的方向一致, 所以启动时乘客受到车厢作用力的方向与车运动方向成一锐角, A 错误; 动车组运动的加速度 $a = \frac{2F - 8kmg}{8m} = \frac{F}{4m} -$

kg , 则对第 6、7、8 节车厢的整体有 $f_{56} = 3ma + 3kmg = 0.75F$,

对第 7、8 节车厢的整体有 $f_{67} = 2ma + 2kmg = 0.5F$, 故第 5、6 节车厢与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 $3:2$, B 正确; 根据位移—速度关系得 $v^2 = 2kgs$, 解得 $s = \frac{v^2}{2kg}$, 可知进站时从

关闭发动机到停下来, 滑行的距离与关闭发动机时的速度的二次方成正比, C 错误, D 正确。

- 9 以滑块为研究对象分析受力可知, 滑块向左接触弹簧的运动过程中, 在水平方向上受到向右的弹簧弹力和摩擦力作用, 且弹簧的弹力逐渐增大, 即滑块所受合力始终与运动方向相反, 故滑块一直做减速运动, 所以 A 项正确, B 项错误; 当弹簧的压缩量为 x_0 时, 弹簧弹力最大, 滑块所受合力最大, 由牛顿第二定律有 $kx_0 + \mu mg = ma$, 故此时滑块的加速度最大为 $a = \frac{kx_0 + \mu mg}{m}$, 所以 C 项正确; 在滑块向右运动过程中, 先做加速度减小的加速运动, 当弹簧形变量 $x = \frac{\mu mg}{k}$ 时, 弹簧弹力 $F = kx = \mu mg$, 滑块所受合力为零, 加速度为零, 速度最大。所以 D 项正确。

- 10 前 2 s 内由题图知运动员的加速度为 8 m/s^2 , 说明运动员受到了阻力, A 错误; 由题图知运动员在打开伞后做加速度减小的变减速运动, 最后做匀速直线运动, 受到的阻力随时间不断减小, 最小阻力等于 800 N , B 错误; 由题图知, 将运动员在 $4 \sim 6 \text{ s}$ 内的运动简化为匀减速运动, 加速度 $a = \frac{18-14}{2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$, 即 5 s 时刻加速度 $a = 2 \text{ m/s}^2$, 由牛顿第二定律知 $f - Mg = Ma$, $f = 960 \text{ N}$, C 正确; 14 s 内图线与时间轴围成的面积表示下落高度, 每一个小方格表示的下落高度为 4 m , 所围面积中一共有 40 个小方格, 则下落高度 $h = 40 \times 4 \text{ m} = 160 \text{ m}$, D 正确。

- 11 (1) 实验中的实际加速度为 $a = \frac{mg}{M+m}$, 实验时把 mg 当成对 M 的拉力, 即忽略 m 对加速度的影响, 使加速度约为 $a = \frac{mg}{M}$,

显然需 $m \ll M$ 。

(2) 平衡摩擦力的实质是让重力沿木板向下的分力平衡摩擦力, 即 $Mg \sin \theta = \mu Mg \cos \theta$, 改变小车质量时, 不要重新平衡阻力, 只需将纸带挂上, 不需施加其他外力, A 错误, B 正确; 细绳与木板平行时, 绳子的拉力才能充当合外力, C 正确; 小车的加速度应由小车后面拖动的纸带上打出的点计算出, D 错误。

(3) 若 $m \ll M$, 则 $a = \frac{1}{M} mg$, 斜率 $\frac{1}{M}$ 基本不变, 若 m 过大 (或 M 过小), 则 m 不能忽略, $a = \frac{1}{M+m} mg$, 随 m 的增大, 斜率 $\frac{1}{M+m}$ 减小; 从题图乙可以看到, 没有拉力却有加速度, 显然平衡摩擦力过度, 即木板的倾角过大。

模块整合

全书大综合

常考题型 专练

► 正文 P109

答案

- 1 BC 2 D 3 D 4 BD

- 5 根据题意, 在第 1 s 和第 2 s 内运动员都做匀加速运动。设运动员在匀加速阶段的加速度为 a , 在第 1 s 和第 2 s 内通过的位移分别为 x_1 和 x_2 。由运动学规律得

$$x_1 = \frac{1}{2} at_0^2, x_1 + x_2 = \frac{1}{2} a(2t_0)^2,$$

式中 $t_0 = 1 \text{ s}$, 联立两式并代入已知条件, 得 $a = 5 \text{ m/s}^2$ 。设运动员做匀加速运动的时间为 t_1 , 匀速运动的时间为 t_2 , 匀速运动的速度为 v , 跑完全程的时间为 t , 全程的距离为 x 。

依题意及运动学规律, 得

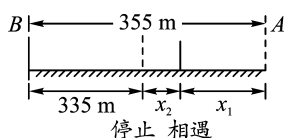
$$t = t_1 + t_2, v = at_1, x = \frac{1}{2} at_1^2 + vt_2,$$

设加速阶段通过的距离为 x' , 则 $x' = \frac{1}{2} at_1^2$,

联立各式, 并代入数据得 $x' = 10 \text{ m}$ 。

- 6 ABD

- 7 (1) 根据题意, 超声波和汽车运动过程的示意图如图所示。设超声波往返的时间为 $2t$, 汽车在 $2t$ 时间内, 刹车的位移为 $x = \frac{1}{2} a(2t)^2 = 20 \text{ m}$ 。



第 7 题图

当超声波与汽车 A 相遇后, 汽车 A 继续前进的时间为 t ,

位移为 $x_2 = \frac{1}{2} at^2 = 5 \text{ m}$,

则超声波在 $2t$ 内的路程为

$$2 \times (335 + 5) \text{ m} = 680 \text{ m},$$

由声速为 340 m/s , 得 $t = 1 \text{ s}$,

解得汽车的加速度大小 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 。

$$(2) \text{ 由汽车 A 刹车过程中的位移 } x = \frac{v_0^2}{2a},$$

解得刹车前的速度为 $v_0 = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$, 车速在规定范围内。

- 8 B 9 AC 10 BC

- 11 (1) 飞机在水平跑道上运动时, 水平方向受到推力与阻力的作用, 设加速度大小为 a_1 , 末速度大小为 v_1 , 运动时间为 t_1 , 则

根据牛顿第二定律得 $F - f = ma_1$, 其中 $f = 0.1mg$, 由运动学知识有 $v_1^2 = 2a_1 L_1$, $v_1 = a_1 t_1$,

代入已知数据可得 $a_1 = 5.0 \text{ m/s}^2$, $v_1 = 40 \text{ m/s}$, $t_1 = 8.0 \text{ s}$,

飞机在倾斜跑道上运动时, 沿倾斜跑道受到推力、阻力与重力沿斜面方向的分力作用, 设沿斜面方向的加速度大小为 a_2 , 末速度大小为 v_2 , 沿斜面方向,

$$\text{由牛顿第二定律得 } F - f - mg \frac{h}{L_2} = ma_2,$$

由位移和速度的关系有 $v_2^2 - v_1^2 = 2a_2 L_2$,

代入已知数据可得 $a_2 = 3.0 \text{ m/s}^2$,

$$v_2 = \sqrt{1720} \text{ m/s} = 41.5 \text{ m/s}.$$

(2) 飞机在水平跑道上运动时, 水平方向受到推力、助推力与阻力作用, 设加速度大小为 a , 末速度大小为 v , 有 $F_{\text{推}} + F - f = ma$ 和 $v^2 = 2aL_1$,

飞机在倾斜跑道上运动时, 沿倾斜跑道受到推力、阻力与重力沿斜面方向的分力作用没有变化, 加速度大小仍是 $a_2 = 3.0 \text{ m/s}^2$, $v'^2 - v^2 = 2a_2 L_2$,

根据题意, $v' = 100 \text{ m/s}$,

代入已知数据解得 $F_{\text{推}} = 5.2 \times 10^5 \text{ N}$ 。

- 12 (1) 规定向右为正方向。木板与墙壁相碰前, 小物块和

木板一起向右做匀变速运动,设加速度为 a_1 ,小物块和木板的质量分别为 m 和 M 。

由牛顿第二定律有 $-\mu_1(m+M)g=(m+M)a_1$,

由题图乙可知,木板与墙壁碰撞瞬间的速度 $v_1=4\text{ m/s}$,

由运动学公式得 $v_1=v_0+a_1t_1, s_0=v_0t_1+\frac{1}{2}a_1t_1^2$,

式中, $t_1=1\text{ s}, s_0=4.5\text{ m}$ 是木板碰前的位移, v_0 是小物块和木板开始运动时的速度。

联立各式并代入数值得 $\mu_1=0.1$,

在木板与墙壁碰撞后,木板以 $-v_1$ 的初速度向左做匀变速运动,小物块以 v_1 的初速度向右做匀变速运动。设小物块的加速度为 a_2 ,

由牛顿第二定律有 $-\mu_2mg=ma_2$,

由题图乙可得 $a_2=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$,

式中, $t_2=2\text{ s}, v_2=0$, 联立解得 $\mu_2=0.4$ 。

(2) 设碰撞后木板的加速度为 a_3 , 经过时间 Δt , 木板和小物块刚好具有共同速度 v_3 。取向右为正方向, 则 a_3 为正, a_2 为负,

由牛顿第二定律得 $\mu_2mg+\mu_1(M+m)g=Ma_3$,

由运动学公式得 $v_3=-v_1+a_3\Delta t, v_3=v_1+a_2\Delta t$,

碰撞后至木板和小物块刚好达到共同速度的过程中,

木板运动的位移为 $s_1=\frac{-v_1+v_3}{2}\Delta t$,

小物块运动的位移为 $s_2=\frac{v_1+v_3}{2}\Delta t$,

小物块相对于木板的位移为 $\Delta s=s_2-s_1$,

联立各式, 并代入数值得 $\Delta s=6.0\text{ m}$,

因为运动过程中小物块没有脱离木板, 所以木板的最小长度应为 6.0 m 。

(3) 在小物块和木板具有共同速度后, 两者向左做匀变速运动直至停止, 设加速度为 a_4 , 此过程中小物块和木板运动的位移为 s_3 ,

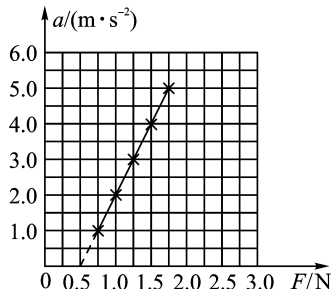
由牛顿第二定律得 $\mu_1(m+M)g=(m+M)a_4$, 由位移—速度关系有 $0-v_3^2=2a_4s_3$,

碰后木板运动的位移为 $s=s_1+s_3$,

联立各式, 并代入数值得 $s=-6.5\text{ m}$,

木板右端离墙壁的最终距离为 6.5 m 。

13 (1) 4.0 (2) 如图所示 (3) 0.25 0.2



第 13 题图

14 (1) 小车与滑轮间的细绳与长木板平行 C

(2) $0.54\text{ kg}\cdot\text{m}$ 不变

解析

1 诗的本意是: 河的两岸落花缤纷, 随风飞舞, 连船帆也仿佛也染上了淡淡的红色, 船帆趁顺风, 一路轻扬, 沿着长满榆树的大堤, 半日工夫就到了百里以外的地方, 躺在船上望着天上的云, 它们好像都纹丝不动, 原来云和我都在顺风向东前进。两岸飞花是以河堤为参考系, A 错误; 空气相对于河堤快速移动形成风, 是以榆堤为参考系, B 正确; 以河堤为参考系, 船和云都在顺风而行, 故以船为参考系描述云是静止的, C 正确, D 错误。

2 做课间操时, 同学们的肢体动作和形状都是主要因素, 不能忽略, 因而不能看作质点, A 错误; 研究乒乓球的旋转时, 乒乓球的旋转情况是主要因素, 不可以把球看作质点, B 错误; 舰载飞机在航空母舰上起飞时, 航空母舰不能看作质点, C 错误; 确定航空母舰的位置时, 航空母舰的形状和大小是次要因素, 可以看作质点, D 正确。

3 远方看台的观众观看排球运动员的发球动作时, 若把运动员视为质点, 则看不出动作, 故 A 错误。跳水比赛中, 在运动员腾空向上运动的过程中, 如果以运动员为参考系, 则水面是下降的, 故 B 错误。C 选项中提到的“1 h 19 min 14 s”指的是时间, 故 C 错误。D 选项中有路程和时间, 根据平均速率等于路程除以时间, 可以求出孙杨在本次比赛中的平均速率, 故 D 正确。

4 照片中模糊部分的宽度就是最后冲刺时的 $\frac{1}{60}\text{ s}$ 内运动员号

码布对应的运动位移, 由放大比例关系可知其大小 $\Delta x=\frac{H}{h}\Delta L$,

对应运动员的最后冲刺速度为 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{H\cdot\Delta L}{h\cdot\Delta t}, \Delta t=\frac{1}{60}\text{ s}$ 。因

此 B、D 项正确。

6 由表中数据可知, 驾驶员酒后的反应时间为 1 s , 正常的反应时间为 0.5 s , 故驾驶员酒后反应时间比正常情况下多 0.5 s , A 正确; 汽车以 20 m/s 的速度行驶时, 酒后驾驶员的停车距离为 46.7 m , 故 B 正确; 设汽车制动时的加速度大小为 a , 当汽车以 15 m/s 的速度行驶时, 正常刹车的距离为 $22.5\text{ m}-7.5\text{ m}=15\text{ m}$, 由 $v^2-v_0^2=2ax$ 得 $-2a\times 15\text{ m}=0-(15\text{ m/s})^2$, 得 $a=7.5\text{ m/s}^2$, C 错误; 因为酒后思考距离变长了, 所以停车距离变长了, 故 $x=54.2\text{ m}+(25-12.5)\text{ m}=66.7\text{ m}$, D 正确。

8 对物体受力分析, 由于滑块在斜面上能够停止, 滑块所受的滑动摩擦力大于滑块重力沿斜面的分力。设斜面倾角为 α , 由牛顿第二定律可知 $F_f-mg\sin\alpha=ma, F_N=mg\cos\alpha$, 又 $F_f=\mu F_N$, 解得 $a=\mu g\cos\alpha-g\sin\alpha$, 加速度 a 为定值, D 错误。由 $v=v_0-at$ 可知, $v-t$ 图线应为倾斜的直线, C 错误。由 $s=v_0t-\frac{1}{2}at^2$ 可知, $s-t$ 图线为开口向下的抛物线, B 正确。由几何关系可知 $h=s\cdot\sin\alpha$, 即 $h-t$ 图线应类似于 $s-t$ 图线, A 错误。

9 在 $v-t$ 图像中图线的斜率大小等于物块运动的加速度大小, 则 $a_1=4\text{ m/s}^2, a_2=2\text{ m/s}^2$, 对两物块受力分析, 由牛顿第二定律可得 $F-\mu(m_A+m_B)g=(m_A+m_B)a_1, \mu(m_A+m_B)g=(m_A+m_B)a_2$, 解得 $\mu=\frac{a_2}{g}=0.2, F=18\text{ N}$, A 项正确, D 项错误; $1\sim 3\text{ s}$ 内两物块一起运动, 物块 A 也具有水平向左的加

速度,对其受力分析,可知B对A施加了水平向左的静摩擦力,B项错误;同理,在0~1 s内物块A也具有水平向右的加速度,对其受力分析,可知B对A施加了水平向右的静摩擦力,由牛顿第二定律可得 $F_f = m_A a_1 = 4 \text{ N}$,C项正确。

- 10 物体在第1 s内从静止开始匀加速运动,第2、3 s内沿原方向做匀减速运动,根据“面积”等于速度的变化量可知,3 s末物体的速度为零,所以第3 s末没有回到出发点,故A错误;第1 s末速度为 $v = a_1 t_1 = 8 \times 1 \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$,根据“面积”等于速度的变化量,得4 s内速度的变化量为 $\Delta v = 8 \text{ m/s}$,所以第4 s末速度是8 m/s,故B正确;第2秒末物体的位移 $s_2 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + a_1 t_1 \cdot t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2 = \left(\frac{1}{2} \times 8 \times 1^2 + 8 \times 1 \times 1 - \frac{1}{2} \times 4 \times 1^2 \right) \text{ m} = 10 \text{ m}$,C正确;第3 s末速度为零,接着重复前一个周期的运动,仍沿原方向运动,故D错误。

- 13 (1) 由 $d = \frac{1}{2} a t^2$,解得加速度 $a = \frac{2d}{t^2} = 4.0 \text{ m/s}^2$;

(2) 描点连线;

(3) 由牛顿第二定律,得 $F - \mu mg = ma$,解得 $a = \frac{1}{m} \cdot F - \mu g$,

即图像的斜率 $k = \frac{1}{m}$,横轴截距 $F_0 = \mu mg$,由图像得斜率 $k =$

$\frac{\Delta a}{\Delta F} = 4.0 \text{ kg}^{-1}$,横轴截距 $F_0 = 0.5 \text{ N}$,所以滑块质量 $m = \frac{1}{k} = 0.25 \text{ kg}$,动摩擦因数 $\mu = 0.2$ 。

- 14 (1) 小车受重力、支持力和拉力,小车与滑轮间的细绳与长木板平行,测力计的示数等于小车所受的合外力,小车从靠近光电门1处由静止开始做匀加速运动,位移 $x = \frac{1}{2} a t^2$ 。改变小车质量 m ,测得多组 m 、 t 的值,加速度 $a = \frac{2x}{t^2}$,位移不变,所以 a 与 t^2 成反比,“合外力一定时,加速度与质量成反比”的图线是C。

(2) 小车由静止开始做匀加速运动,位移 $L = \frac{1}{2} a t^2$ 。 $a = \frac{2L}{t^2}$,

根据牛顿第二定律,对于沙和沙桶, $F_{\text{合}} = F - m_1 g = m_1 a$, $F = m_1 \frac{2L}{t^2} + m_1 g$,则图线的斜率为 $k = 2m_1 L = 0.54 \text{ kg} \cdot \text{m}$, k 与摩擦力是否存在无关,若小车与长木板间的摩擦不能忽略,测得的图线斜率将不变。

学科素养 专练

→ 正文 P113

答案

- 1 D 2 BD 3 A 4 B
5 A 6 D

- 7 设路面干燥时,汽车与地面间的动摩擦因数为 μ_0 ,刹车时汽车的加速度大小为 a_0 ,安全距离为 s ,反应时间为 t_0 。由牛顿第二定律有: $\mu_0 mg = ma_0$,

运动学公式得: $s = v_0 t_0 + \frac{v_0^2}{2a_0}$,

式中, m 和 v_0 分别为汽车的质量和刹车前的速度。

设在雨天行驶时,汽车与地面间的动摩擦因数为 μ ,依

题意有 $\mu = \frac{2}{5} \mu_0$ 。

设在雨天行驶时汽车刹车的加速度大小为 a ,安全行驶的最大速度为 v 。

由牛顿第二定律 $\mu mg = ma$,和运动学公式得: $s = v t_0 + \frac{v^2}{2a}$,

联立各式并代入题给数据得: $v = 20 \text{ m/s}$ (或 72 km/h)。

8 D

9 (1) $\bar{v} = v_A + \frac{1}{2} a \Delta t$ (2) 52.1 16.6

10 C

11 D

12 AC

解析

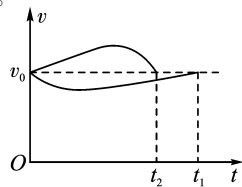
- 1 该题考查了速度、加速度的概念,以及它们之间的关系。事实上速度和加速度没有必然联系,它们之间不存在因果关系,知A、B错误;加速度方向和速度变化量方向一致,C错误;物体可以做加速度减小的变加速直线运动,如雨滴下落等,D正确。

- 2 加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是利用比值定义法来定义的,比值定义法是根据现象来描述物体的某种属性,而这种属性又与观测到的物理量无关,这是其特点,即加速度与速度变化量无关,故A错误; $a = \frac{F}{m}$ 不是用来定义加速度的,而是反映加速度由外力和物体质量来决定,对应的是物理规律,故B正确;物体运动状态改变的难易与物体速度的大小无关,只与物体的质量有关,C错误,D正确。

- 3 该题考查了瞬时速度的概念和瞬时速度的测量,将理论与实验相结合。 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示的是 Δt 时间内的平均速度,遮光条的宽度 Δx 越窄,则记录遮光时间 Δt 越小, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 越接近滑块通过光电门时的瞬时速度,选项A正确;提高测量精度并不能缩短运动时间 Δt ,选项B错误。

- 4 由图知石子在A点处离地面的高度为 $h = 8.5 \times 6 \text{ cm} = 51 \text{ cm} = 0.51 \text{ m}$,石子下落的高度约为 $h' = 2.5 \text{ m} - h = 1.99 \text{ m}$,石子通过AB段的平均速度约等于石子在A处速度,即 $v = 2gh' = 6.3 \text{ m/s}$,曝光时间 $t = x_{AB}/v = 0.02 \text{ s}$ 。

- 5 由于椭圆形管道内壁光滑,小球不受摩擦力作用,因此小球从M到N过程机械能守恒,由于M、N在同一高度,根据机械能守恒定律可知,小球在M、N点的速率相等,B、D项错误;小球沿MPN运动的过程中,速



第5题图

- 率先减小后增大,而沿MQN运动的过程中,速率先增大后减小,两个过程运动的路程相等,到N点速率都为 v_0 ,根据速率随时间变化关系图像可知,由于两图像与时间轴所围面积相等,因此 $t_1 > t_2$,A项正确,C项错误。

- 6 物块A与薄硬纸片间的最大静摩擦力为 $f_A = \mu m_A g = 3 \text{ N}$,物块B与薄硬纸片间的最大静摩擦力为 $f_B = \mu m_B g = 2 \text{ N}$,因为拉力 $F = 1 \text{ N} < f_A$,所以AB和薄硬纸片保持相对静止,整体在F作用下向左匀加速运动,知A错误;若 $F = 1.5 \text{ N} < f_A$,所以AB与薄硬纸片保持相对静止,整体向左做匀加速直线运动,

根据牛顿第二定律得 $F - f = m_A a$, 物块 A 受到的摩擦力 $f < F = 1.5 \text{ N}$, 故 B 错误; 当 B 相对薄硬纸片刚要滑动时, 静摩擦力达到最大, 有 $f_{Bm} = ma_m$, 解得最大加速度 $a_m = 2 \text{ m/s}^2$, 对整体有 $F = (m_A + m_B) a_m = 4 \text{ N}$, 达到 4 N 以后, B 相对薄硬纸片运动, 此时摩擦力 $f = 2 \text{ N}$; 对薄硬纸片可知, 薄硬纸片受到 A 的摩擦力大于 B 的摩擦力, 知 A 和薄硬纸片间不会发生相对运动, D 正确。综上所述, 当拉力大于 4 N 时, B 与薄硬纸片间摩擦力为 4 N , 此后增大拉力, 不会改变 B 的受力, C 错误。

- 8 一质量为 m 的正方体的边长为 a , 刚好被推动, 在水平方向上受到风力和最大静摩擦力, 最大静摩擦力与正压力成正比的, 设比例系数为 μ , 且二力大小相等, $\mu mg = kSv_0^2$, 得 $\mu a^3 \rho g = ka^2 v_0^2$, 同理另一块质量为 m' 正方形的边长为 b , 刚好被推动时有, $\mu b^3 \rho g = kb^2 (2v_0)^2$, 解得 $b = 4a$, 所以质量为 m' 的正方形的质量是原正方体体积的 64 倍, 故 D 正确。

- 9 (1) 设挡光片末端到达光电门的速度为 v , 则由速度—时间关系有: $v = v_A + a\Delta t$, 且 $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_A + v)$, 联立解得 $\bar{v} = v_A + \frac{1}{2}a\Delta t$ 。

(2) 由图可求得 $v_A = 52.1 \text{ cm/s}$,

$$\frac{1}{2}a = \frac{53.6 - 52.1}{0.18} \text{ cm/s}^2 = 8.3 \text{ cm/s}^2,$$

即 $a = 16.6 \text{ cm/s}^2$ 。

此题主要考查学生对匀变速直线运动的基本规律的运用能力; 解题时要搞清实验的原理, 能通过运动公式找到图像的函数关系, 结合图像的截距和斜率求解未知量。

- 10 根据牛顿第二定律可知, 在竖直平面内“蜘蛛侠”所受合力方向应该是从 A 指向 B , 故选 C 。

- 11 当测重台没有站人时, 超声波传播有: $2x = vt_0$, 当测重台上站人时 $2(x - h) = vt$, 解得 $h = \frac{1}{2}v(t_0 - t)$; 当测重台没有人站时有: $U_0 = kM_0g$, 有人站在测重台上时, 有: $U = k(M_0 + m)g$, 解得 $m = \frac{M_0}{U_0}(U - U_0)$, 故 D 正确。

- 12 高度—时间图像事实上就是位移—时间图像, 图像上各点的切线斜率代表速度的大小, 故在 $0 \sim t_1$ 阶段, 曲线上的切线的斜率先增大后减小, 故它的速度先增大后减小, A 正确; 在 $t_1 \sim t_2$ 阶段登陆器高度不变, 说明登陆器处于静止状态, B 错误; $t_2 \sim t_3$ 阶段内图像斜率由大到小, 故登陆器向下做减速运动, 加速度方向向上, 登陆器处于超重状态, C 正确; 在 $t_3 \sim t_4$ 阶段内图像斜率不断增大, 即登陆器的速度不断增大, 向下做加速运动, 登陆器处于失重状态, D 错误。

学考 模拟测试卷

→ 正文 P115

答案

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1 D | 2 C | 3 D | 4 B |
| 5 B | 6 C | 7 B | 8 D |
| 9 D | 10 C | 11 B | 12 A |
| 13 C | 14 B | 15 C | 16 A |

17 5 10

18 (1) 1.20 (2) 加速度的一半 0.933

19 (1) 由加速度定义有: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 代入数值得 $a = 3 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 根据速度公式有: $v = at$, 解得 $v = 9.0 \text{ m/s}$ 。

(3) 由位移公式有: $x = \frac{1}{2}at^2$, 解得 $x = 24 \text{ m}$ 。

- 20 OB 与水平方向夹角为 θ , 由几何关系知:

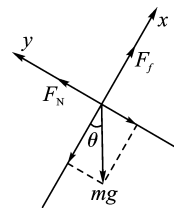
$$\sin \theta = \frac{1}{2}, \theta = 30^\circ.$$

对瓢虫进行受力分析如图:

将重力进行分解有:

$$F_f = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg,$$

$$F_N = mg \sin 30^\circ = \frac{1}{2}mg.$$



第 20 题图

- 21 (1) 由牛顿第二定律有: $F - f = ma$, 解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 由运动学公式知, $x = \frac{1}{2}at^2$, 代入数值得 $x = 100 \text{ m}$ 。

- 22 (1) 选竖直向上为正方向, 在反推减速阶段, 由 $v^2 - v_0^2 = -2ax$, 得: $a = \frac{v_0^2 - v^2}{2x} = \frac{7^2 - 1^2}{2 \times 1} \text{ m/s}^2 = 24 \text{ m/s}^2$,

所以加速度大小为 24 m/s^2 , 方向竖直向上。

(2) 以航天员为研究对象, 由牛顿第二定律可得: $F_N - mg = ma$, 解得: $F_N = 3.4 mg$ 。

所以航天员承受的支持力是重力的 3.4 倍。

(3) 以返回舱和航天员整体为研究对象,

由牛顿第二定律可得 $F - Mg = Ma$,

解得 $F = 1.02 \times 10^5 \text{ N}$ 。

解析

- 1 24 小时是指卫星绕地球一周所花的时间, 是指时间间隔, A 错误; 高铁通过铁路桥, 对应的是一段位移, 20 s 指的是时间间隔, B 错误; 新闻联播的时间是 30 分钟是指时间间隔, C 错误。

- 2 位移的方向是由起点指向终点, 位移的大小等于起点到终点间的距离, 根据勾股定理有: $AC^2 = AB^2 + BC^2$, 解得 $AC = 5 \text{ m}$, 知 C 正确。

- 3 加速度表示速度变化快慢的物理量, 速度为零时, 加速度不一定为零, 选项 A 错误; 做匀变速直线运动的物体, 当加速度为负值时, 只是表明加速度与规定的正方向相反, 若速度也为负值, 则做加速运动, 选项 B 错误; 由加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 速度变化量大, 加速度不一定大, 选项 C 错误; 速度的方向与加速度方向相反, 速度减小, 物体一定做减速运动, 选项 D 正确。

- 4 自由落体运动是指物体仅在重力的作用下由静止开始下落的运动, 故 A 错误; 做自由落体运动的物体初速度为 0 , 加速度为 g , 故自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动, 故 B 正确; 根据 $mg = ma$ 可得物体下落的加速度 $a = g$, 故下落的加速度与物体的质量无关, 又根据 $v^2 = 2gh$ 可得物体落地的速度 $v = \sqrt{2h}$, 只要从同一高度做自由落体运动, 落地时的速度就相同, 故 C 错误; 在相同的纬度, 海拔越高重力加速度越小, 在相同的海拔, 纬度越高重力加速度越大。故 D 错误。

- 5 因为甲车中的旅客看到乙车向后运动, 知甲车速度比乙车速

度大,旅客又看到乙车向后行驶速度变慢,知乙车做加速运动,知 B 正确。

6 不倒翁重心很低,C 正确。

7 图中所示 5.81 公里是指路径的长度,是路程,不是位移,无法求出平均速度;软件中显示的是位置,老师可以视为质点,知 B 正确。

8 冰壶做减速运动,A 错误;过山车是靠很大的速度通过最高点的,而不是惯性,知 B 错误;赛车安装大功率发动机是为了获得较大的加速度,C 错误;根据力的分解知,增加引桥的长度,减小坡度是为了增大桥的承重能力,D 正确。

9 重力是由地球吸引而产生的,与人的运动状态无关,故 A、B 错误;因为人减速上升,具有竖直向下的加速度,并且是由重力的一个分力产生加速度,知该同学处于失重状态,C 错误,D 正确。

10 绳子的速度 $v = \frac{v_0}{\cos \theta}$,当 θ 减小时 v 减小,所以绳子拉 A 向上做减速运动,故 C 正确。

11 由题图可知:两个力传感器间的相互作用力属于作用力和反作用力,它们同时存在、大小相等、方向相反、作用在两个物体上,故 A、C、D 不符合题意。

12 图 A 中减小正压力,可以以更小的水平分力使桌子匀速移动,A 正确。

13 分解重力,垂直斜面方向是直角三角形的斜边,C 正确。

14 根据胡克定律,弹簧的伸长量与弹力成正比有: $\frac{80 \text{ N}}{45-5} = \frac{F}{20-5}$,解得 $F = 30 \text{ N}$,根据二力平衡条件有 $G = F = 30 \text{ N}$,故 B 正确。

15 应先接通电源,当打点稳定后再释放纸带,A 错误;因为 $m \sin \theta = \mu mg \cos \theta$,故不需要再平衡阻力,B 错误;当 $m \ll M$ 时,吊着的桶和沙的重力才近似等于细绳的拉力,C 正确;探究小车的加速度与外力关系时,应作出 $a-F$ 图像,知 D 错误。

16 图线与坐标轴围成图形的“面积”即为位移大小。 $s = (1 \times 1 + \frac{1+2}{2} \times 1 + 1 \times 2) \text{ m} = 4.5 \text{ m}$ 。

17 当拉力 $F = 5 \text{ N}$ 时,物体静止,根据二力平衡知静摩擦力 $f = F = 5 \text{ N}$;当拉力为 12 N 时,物体做加速运动,滑动摩擦力为 10 N 。

18 (1) $1 \text{ cm} + 1 \text{ mm} \times 2.0 = 1.20 \text{ cm}$; (2) 加速度的一半, $\frac{1}{2}a = \frac{(2.8-0) \times 10^{-2}}{0.06-0} \text{ m/s}^2$,所以加速度大小 $a \approx 0.933 \text{ m/s}^2$ 。

高考 模拟测试卷

正文 P118

答案

1 B 2 D 3 A 4 C 5 D

6 BD 7 AD 8 BC 9 ABD

10 (1) ADE (2) $\frac{d}{\Delta t} \quad \left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$
 $\frac{d}{2L}$

11 (1) 1.58 m/s^2 (2) c 装置图中没有平衡阻力 吊盘

及所装物体的质量远小于小车的质量 (3) $a-M^{-1}$ 化曲为直,能更直观地反映物理量之间的规律

12 (1) 速度 $v_m = 1\,342 \text{ km/h} = 372.8 \text{ m/s} > 340 \text{ m/s}$,

说明 Baumgartner 的速度确实超过了音速。

(2) 时间 $t = 5 \text{ min } 35 \text{ s} = 335 \text{ s}$,

对应自由下落的最大速度 $v_m = gt$,

解得 $v_m = 3\,350 \text{ m/s}$,远大于文中报道的最大速度,所以他的下落不是真正的自由落体运动,受到了空气阻力作用。

(3) 将腰抽象成圆柱体,腰围 100 cm 对应的人体半径

$r = \frac{L}{2\pi}$,解得 $r = \frac{1}{2\pi} \text{ m}$,

人体截面积 $S = \pi r^2$,

代入数据得 $S = 8.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 。

匀速下落时,人的重力与阻力相等,有 $mg = \frac{1}{2} C_D \rho v^2 S$,解得 $v = 65.6 \text{ m/s}$ 。

13 (1) 由牛顿第二定律知:

$mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma_1$,

得: $a_1 = 5.2 \text{ m/s}^2$,

当 $t_1 = 2 \text{ s}$ 时,运动员的速度为 $v_1 = a_1 t_1 = 10.4 \text{ m/s}$ 。

(2) 当雪杖加力时,其加速度为 a_2 ,有:

$mg \sin 37^\circ + F - \mu(mg \cos 37^\circ - F_N) = ma_2$,

得 $a_2 = 6.2 \text{ m/s}^2$ 。

$x = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$,代入数值得: $x = 1.07 \text{ m}$ 。

14 (1) 物块能在 C 的斜面上保持静止,则应满足:

$m g \sin \alpha \leq \mu m g \cos \alpha$,可得 $\mu \geq \tan \alpha$ 。

(2) 设 B 与 C 之间的动摩擦因数为 μ_1 ,则 A 与 C 之间的动摩擦因数是 $2\mu_1$ 。

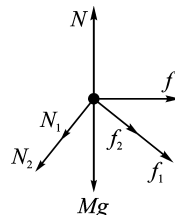
A、B 一起沿斜面体 C 的斜面匀速下滑时,则有:

$2m g \sin \alpha = \mu_1 m g \cos \alpha + 2\mu_1 m g \cos \alpha$,则: $\mu_1 = \frac{2}{3} \tan \alpha$ 。

(3) 若将 A、B 对调位置,对 A,由于 $2\mu_1 m g \cos \alpha = \frac{4}{3} m g \sin \alpha > m g \sin \alpha$,故 A 静止在 C 上。

对 B,由于 $\mu_1 m g \cos \alpha = \frac{2}{3} m g \sin \alpha < m g \sin \alpha$,故 B 在 C 上下滑。

以 C 为研究对象,分析受力如图。



第 14 题图

B 对 C 的压力大小为 $N_1 = N_2 = m g \cos \alpha$,

A 对 C 的静摩擦力 $f_1 = m g \sin \alpha$,B 对 C 的滑动摩擦力

$f_2 = \mu_1 m g \cos \alpha = \frac{2}{3} m g \sin \alpha$,

因为 $(N_1 + N_2) \sin \alpha = 2m g \cos \alpha \sin \alpha$, $(f_1 + f_2) \cos \alpha =$

$\frac{5}{3}mg\cos\alpha\sin\alpha$, 则 C 相对于地面有向左运动的趋势, 地面对 C 的摩擦力水平向右, 大小为 $f = (N_1 + N_2)\sin\alpha - (f_1 + f_2)\cos\alpha = \frac{1}{3}mg\cos\alpha\sin\alpha$, 地面与 C 间的最大静摩擦力 $f_m = \mu[Mg + (N_1 + N_2)\cos\alpha + (f_1 + f_2)\sin\alpha]$, 要使 C 依然能保持在地面不动, 必须有 $f \leq f_m$, 解得: $\mu \geq \frac{mgsin\alpha\cos\alpha}{3Mg + 5mg + mg\cos^2\alpha}$ 。

- 15 (1) 由牛顿第二定律知, 小物块 P 在传送带上滑动时的加速度 $a = f/m = 2 \text{ m/s}^2$, 小物块开始做匀减速运动, 经时间 t_1 后, 与传送带有共同速度 v_1 , 则有: $v_1 = v_0 - at_1 = a_0 t_1$, 解得: $t_1 = 1 \text{ s}$, $v_1 = 4 \text{ m/s}$ 。
 (2) 物块 P 在 2 s 内的位移为 $x_1 = (v_0 + v_1)t_1/2 = 5 \text{ m}$, 传送带在 2 s 内的位移为 $x_2 = v_1 t_1/2 = 2 \text{ m}$, 则划痕的长度为 $\Delta x = x_1 - x_2 = 3 \text{ m}$ 。
 (3) 又因为 $a < a_0$, 所以当物块 P 到达 v_1 后, 物块 P 不能和传送带相对静止, 物块 P 将开始做匀加速直线运动, 加速度大小仍为 $a = 2 \text{ m/s}^2$ 。
 则有: $L - x_1 = v_1 t_2 + \frac{1}{2}at_2^2$, 解得 $t_2 = 1 \text{ s}$, 物块从 A 点到 B 点的总时间为 $t = t_1 + t_2 = 2 \text{ s}$ 。

解析

- 1 根据胡克定律知, 每根橡皮筋的弹力 $F = kL$, 根据力的合成知 $F_{\text{合}} = 2 \times 2F\cos\theta = 4kL\cos\theta$, 由牛顿第二定律有 $F_{\text{合}} = ma$, 知 B 正确。
 2 蛟龙号上浮时的加速度大小 $a = \frac{v}{t}$, 根据逆向思维, 可知蛟龙号在 t_0 时刻距离海平面的深度 $h = \frac{1}{2}a(t - t_0)^2 = \frac{v(t - t_0)^2}{2t}$, D 项正确。
 3 指令经 $t_0 = 3 \text{ s} + 1 \text{ s} = 4 \text{ s}$ 后到达月球车, 此时其已经运动了 $s = v_0 t = \frac{0.2}{3.6} \times 4 \text{ m} = \frac{2}{9} \text{ m}$, 此后其减速运动直到速度为零, $a = \frac{v^2}{2(x - s)} = 0.02 \text{ m/s}^2$ 。故 A 项正确, B 、 C 、 D 项错误。
 4 设第 6 节车厢刚到达旅客处时, 车的速度为 v_0 , 加速度为 a , 则有 $L = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$, 从第 6 节车厢刚到达旅客处至车停下来, 有 $0 - v_0^2 = 2a \cdot 2L$, 解得 $a \approx -0.5 \text{ m/s}^2$ 或 $a \approx -18 \text{ m/s}^2$ (舍去), 则加速度大小约为 0.5 m/s^2 , 故 C 项正确。
 5 t_1 时刻小球的加速度为 g , A 错误; 由题图知上升过程可看成从最高点静止向下做加速度增大的加速运动, 下降是从最高

点静止向下做加速度减小的加速运动, 而最高点加速度为 g , 位移相同, 所以小球上升时间小于小球下降时间, B 错误; 上升过程的加速度 $a_1 = g + \frac{kv}{m}$, 下降过程的加速度 $a_2 = g - \frac{kv}{m}$, 知 C 错误、 D 正确。

- 6 系统的加速度 $a = \frac{\Delta v}{t} = 0.13 \text{ m/s}^2$, 利用牛顿第二定律有: $F = (m_1 + m_2)a$, 解得火箭组的质量 $m_2 = 3485 \text{ kg}$, 故 C 错误, D 正确; 对火箭组有 $F_N = m_2 a$, 解得 $F_N = 453 \text{ N}$, 故 A 错误, B 正确。
 7 “加速度的变化率”是 $\frac{\Delta a}{\Delta t}$, 故单位是 $\frac{\text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{s}} = \text{m/s}^3$, 选项 A 正确; 加速度的变化率为 0 , 则加速度是恒定不变的, 其运动是匀变速直线运动, 选项 B 错误; 根据 $v - t$ 图像可知, 图像与时间轴所围图形面积表示物体的位移, 同理在 $a - t$ 图像中可知图像与时间轴所围图形的面积表示物体速度的变化量, 若加速度与速度同方向, 如题图的 $a - t$ 图像, 表示的是物体的加速度在减小, 但速度是增加的, 选项 C 错误; 若加速度与速度同方向, 如题图的 $a - t$ 图像, 已知物体在 $t = 0$ 时速度为 5 m/s , 则 2 s 末速度的增量为 Δv , $\Delta v = \frac{1}{2} \times 2 \text{ s} \times 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 3 \text{ m/s}$, 则末速度大小为 $5 \text{ m/s} + 3 \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$, 选项 D 正确。
 8 设两小车的质量为 M , A 车的加速度由牛顿第二定律知 $a_1 = mg/M$, 绳子 M 的张力 $T_1 = mg$; 对 B 车有: $T_2 = a_2 M$, 对吊着的钩码有: $mg - T_2 = ma_2$, 解得: $a_2 = \frac{mg}{(m + M)}$, 绳子 N 的张力 $T_2 = \frac{M}{(m + M)}mg$, 知 $a_1 > a_2$, 小车 A 先到达桌子边缘, A 错误, B 正确; $\Delta T = T_1 - T_2 = \frac{m}{m + M}mg$ 知张力差随 M 减小而增大, C 正确, D 错误。
 9 A 点表示小球刚接触弹簧的瞬时, A 正确; B 点表示小球加速度为 0 , 说明弹簧的弹力等于小球的重力, B 正确; C 点表示最低点, 此时小球速度为 0 , 由简谐振动的对称性, 此时弹簧压缩量比 $2mg/k$ 大, 加速度大小大于 g , 且方向向上, C 错误; 小球由 B 到 C 点过程中做减速运动, 处于超重状态, D 正确。
 10 (1) 结点位置相同, 才能保证分力和合力效果相同, A 正确; 只需要记录绳套的方向, 不需要记录两绳间的角度, 不需要记录橡皮筋伸长的长度, B 、 C 错误, D 正确; 画平行四边形时, 必须使用同一标度, 这样才能进行比较, E 正确。
 (2) 光电门测速度是利用平均速度表示瞬时速度, 即 $v = \frac{d}{\Delta t}$, 利用位移速度公式有: $v^2 = 2aL$, 化简得: $a = \frac{(\frac{d}{\Delta t})^2}{2L}$ 。
 11 首先求出 AB 、 BC 、 CD 、 DE 、 EF 和 FG 间的距离, 然后分成三组, 利用逐差法求出加速度, 即 $a = \frac{DE + EF + FG - AB - BC - CD}{9T^2} = 1.58 \text{ m/s}^2$ 。