

教材习题答案

第一章 运动的描述

1 质点 参考系

◆练习与应用

1. 答案 当研究乒乓球运动的速度时,乒乓球的大小、形状可忽略,乒乓球可以看成质点;当研究世乒赛上丁宁打出的乒乓球的旋转情况时,乒乓球不能看成质点,否则无法研究。

当研究歼-20 隐形战斗机从上海到海口的运动路线时,战斗机的大小、形状可以忽略,可以看成质点;当研究歼-20 隐形战斗机的飞行姿态时,战斗机的长度、体积不可忽略,不能看成质点。

2. 答案 “一江春水向东流”描述的是水相对地面(河岸)的运动,“地球的公转”描述的是地球相对太阳的运动,“钟表的时针在转动”描述的是时针相对钟表表面的运动,“太阳东升西落”描述的是太阳相对地面的运动。

3. 答案 诗中描述了船、云、诗人的运动,前两句诗写景。诗人在船上,“卧看满天云不动”是以船或诗人为参考系。“云与我俱东”是以“榆堤”为参考系,云与“我”均向东运动,可认为云相对“我”不动。

2 时间 位移

◆练习与应用

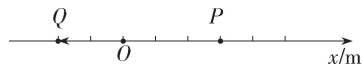
1. 答案 (1)“8 时 42 分”指时刻,“8 分”指时间间隔。
(2)“早”指时刻,“等了这么久”指时间间隔。
(3)“前 3 s”“最后 3 s”“第 3 s 内”都指时间间隔,“第 3 s 末”指时刻。

2. 答案 出租车是按路程收费的,这里的“千米”是指路程。

3. 答案 (1)由于百米赛跑的跑道是直道,因此运动员跑完全程的路程和位移大小相等,都是 100 m。

(2)800 m 跑比赛中,不同跑道的运动员跑完全程的路程是相等的,都是 800 m,但位移不相同。400 m 跑道指的是位于第一跑道的运动员跑完一圈的实际路程为 400 m,为了使各跑道上运动员的实际路程相同,比赛的终点取在同一位置,起点就不能取同一位置了,所以位移不同。实际情况是越往外的跑道,起点与终点的距离越远,运动员的位移就越大。

4. 答案 由题意可知,坐标的变化量 $\Delta x = x_Q - x_P = -2 \text{ m} - 3 \text{ m} = -5 \text{ m}$,位移等于位置坐标的变化量,所以物体的位移为 -5 m ,即它的位移大小为 5 m,方向由 P 指向 Q。位置坐标与位移矢量如图。



5. 答案 (1)汽车最远位置距离出发点约 30 m。

(2)汽车在 10~20 s 内没有行驶。

(3)汽车在 0~10 s 内驶离出发点,在 20~40 s 内驶向出发点。

6. 答案 表 竖直向上抛出小球的坐标和位移

坐标 原点	抛出点 的坐标	最高点 的坐标	落地点 的坐标	从抛出点 到最点的 位移	从最高点 到落地点 的位移	从抛出点 到落地点 的总位移
地面	3 m	8 m	0	5 m	-8 m	-3 m
抛出点	0	5 m	-3 m	5 m	-8 m	-3 m

3 位置变化快慢的描述——速度

◆练习与应用

1. 答案 (1)左端与重物相连。(2)与 A 点相邻的两点之间的距离除以对应的时间 0.04 s,即得打 A 点时重物的瞬时速度。因为时间 0.04 s 很短,打 A 点的时刻是相邻两点之间的中间时刻,求出的 A 点的速度虽然是一段时间内的平均速度,但与 A 点的瞬时速度很接近。

2. 答案 甲物体有一定的初速度,速度的大小和方向都不变,物体做匀速直线运动。乙物体的初速度为零,速度先增大后不变再减小,即先加速后匀速再减速,速度的方向始终不变。

3. 答案 (1)前 1 s 内的平均速度 $v_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{9}{1} \text{ m/s} = 9 \text{ m/s}$

$$\text{前 2 s 内的平均速度 } v_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{9+7}{2} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$$

$$\text{前 3 s 内的平均速度 } v_3 = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{9+7+5}{3} \text{ m/s} = 7 \text{ m/s}$$

$$\text{前 4 s 内的平均速度 } v_4 = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{9+7+5+3}{4} \text{ m/s} = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{全程的平均速度 } v_5 = \frac{\Delta x_5}{\Delta t_5} = \frac{9+7+5+3+1}{5} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

第 1 s 内的平均速度 v_1 最接近汽车刚制动时的瞬时速度,它比这个瞬时速度略小些。

$$(2) \text{汽车最后 2 s 内的平均速度 } \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3+1}{2} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}。$$

4 速度变化快慢的描述——加速度

◆练习与应用

1. 答案 $v = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3.6} \text{ m/s}$

根据 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 有:

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t_A} = \frac{100}{3.6 \times 11.3} \text{ m/s}^2 = 2.46 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t_B} = \frac{100}{3.6 \times 13.2} \text{ m/s}^2 = 2.10 \text{ m/s}^2$$

$$a_C = \frac{\Delta v}{\Delta t_C} = \frac{100}{3.6 \times 15.5} \text{ m/s}^2 = 1.79 \text{ m/s}^2$$

2. 答案 举例如下:A. 做匀速直线运动的物体加速度为零,速度不为零。

B. 一物体的速度变化量比较大,但用的时间长,由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 知,此物体的加速度有可能比另一物体的加速度还小。

C. 物体向西做减速运动时,速度方向向西,加速度方向向东。

D. 物体先以较大的加速度做匀加速直线运动,再以较小的加速度做匀加速直线运动,第二阶段和第一阶段相比,速度大但加速度小。

3. 答案 (1) $144 \text{ km/h} = 40 \text{ m/s}$,所以四个运动过程中,超音速飞机速度最大,为 500 m/s 。速度由大到小依次排列为:超音速飞机 $500 \text{ m/s} >$ 动车 $40 \text{ m/s} >$ 自行车 $12 \text{ m/s} >$ 蜗牛 0.002 m/s 。

(2) 四个运动过程中,列车加速 100 s,速度的变化量最大,为 $\frac{144}{3.6} \text{ m/s} - \frac{72}{3.6} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$;速度变化量由大到小依次排列为:动车 $20 \text{ m/s} >$ 自行车 $9 \text{ m/s} >$ 蜗牛 $0.002 \text{ m/s} >$ 超音速飞机 0。

(3) 四个运动过程中, 自行车的加速度最大, 为 $a_{\text{自}} = \frac{12-3}{3} \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2$; 加速度由大到小依次排列为: 自行车 $3 \text{ m/s}^2 >$ 动车 $0.2 \text{ m/s}^2 >$ 蜗牛 $0.01 \text{ m/s}^2 >$ 超音速飞机 0 。

4. 答案 设向东为正方向, 则 $\Delta v = 0 - 20 \text{ m/s} = -20 \text{ m/s}$, $\Delta t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$, 则 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-20}{120} \text{ m/s}^2 = -0.17 \text{ m/s}^2$, 故物体的加速度大小为 0.17 m/s^2 , 方向向西。

5. 答案 A 物体的加速度最大, 因为它的速度-时间图线的倾斜程度最大。

对 A 物体: $a_A = \frac{2.5-0}{6-2} \text{ m/s}^2 = 0.625 \text{ m/s}^2$, 方向与速度方向相同;

对 B 物体: $a_B = \frac{2.5-2}{6} \text{ m/s}^2 = 0.083 \text{ m/s}^2$, 方向与速度方向相同;

对 C 物体: $a_C = \frac{0-2}{8} \text{ m/s}^2 = -0.25 \text{ m/s}^2$, 方向与速度方向相反。

◆复习与提高

A 组

1. 答案 (1) 不能 (2) 能 (3) 不能 (4) 不能

2. 答案 若某一位运动员以对面的运动员为参考系, 则他自己是静止的; 当他俯视大地时, 看到大地迎面而来, 他选取的参考系是自己。

3. 答案 时刻 时间间隔 时间间隔 时刻

4. 答案 同学甲的说法错误。只有做单向直线运动的物体, 其位移的大小才与路程相等。

同学乙的说法错误。位移和路程都既可以描述直线运动, 也可以描述曲线运动。

同学丙的说法正确。

同学丁的说法错误。位移和路程不是一回事, 位移是指从初位置到末位置的有向线段, 是矢量, 既有大小也有方向; 路程是指物体运动轨迹的长度, 是标量, 只有大小, 没有方向。

5. 答案 设全程位移为 $2x$, 汽车通过前半程的时间为 $t_1 = \frac{x}{v_1}$, 通

过后半程的时间为 $t_2 = \frac{x}{v_2}$, 则汽车全程的平均速度为 $v =$

$$\frac{2x}{t_1+t_2} = \frac{2x}{\frac{x}{v_1} + \frac{x}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2} = 40 \text{ km/h}。$$

6. 答案 规定初速度的方向为正方向, 则桌球的初速度 $v_0 = 1.5 \text{ m/s}$, 末速度 $v = -1.3 \text{ m/s}$, 作用时间 $\Delta t = 0.08 \text{ s}$, 则撞击过程中球的加速度 $a = \frac{v-v_0}{\Delta t} = -35 \text{ m/s}^2$, 负号表示加速度方向与初速度方向相反。

7. 答案 (1) 有速度大而加速度小的情况。题中高速飞行的飞机速度很大, 但加速度为零。

(2) 有速度变化量大而加速度小的情况。火车出站时速度变化量比自行车下坡时的速度变化量大, 但火车的加速度比自行车的加速度小。

B 组

1. 答案 (1) 兔子和乌龟从同一地点出发, 但兔子比乌龟晚出发时间 t_1 。

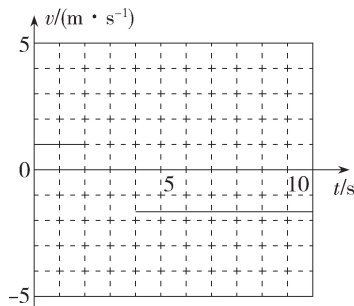
(2) 乌龟的位移-时间图像是直线, 根据位移-时间图线的斜率表示物体的速度, 可知乌龟的速度不变, 做的是匀速直线运动。

(3) 在 t_2 和 t_4 两时刻, 兔子和乌龟的位移相同, 说明到达

同一地点, 两者相遇, 所以兔子和乌龟在比赛途中相遇 2 次。

(4) 由图可读出, t_6 时刻乌龟到达终点, 而兔子还没有到达, 所以乌龟先到达终点。

2. 答案 由于 $x-t$ 图线的斜率表示物体的速度, 由图可知, $0 \sim 2 \text{ s}$ 内物体的速度 $v_1 = \frac{5-3}{2} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$, 方向与规定的正方向相同; $2 \sim 4 \text{ s}$ 内物体静止, 速度为零; $4 \sim 10 \text{ s}$ 内物体的速度 $v_3 = \frac{-5-5}{10-4} \text{ m/s} = -\frac{5}{3} \text{ m/s}$, 方向与规定的正方向相反。则物体的 $v-t$ 图像如图所示。



3. 答案 (1) 物体在第 1 s 内向东运动, 速度逐渐增大; 在第 2 s 内向东运动, 速度逐渐减小; 在第 3 s 内自西运动, 速度逐渐增大。

(2) 物体在第 1 s 内的加速度 $a_1 = \frac{1-0}{1} \text{ m/s}^2 = 1 \text{ m/s}^2$, 方向

向东; 在第 2 s 内的加速度 $a_2 = \frac{0-1}{2-1} \text{ m/s}^2 = -1 \text{ m/s}^2$, 即加速度

大小为 1 m/s^2 , 方向向西; 在第 3 s 内的加速度 $a_3 = \frac{-1-0}{3-2} \text{ m/s}^2 = -1 \text{ m/s}^2$, 即加速度大小为 1 m/s^2 , 方向向西。

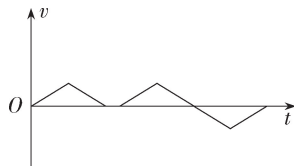
4. 答案 根据题意, 遮光条通过光电门的短暂时间内视滑块做匀速

运动, 则遮光条通过第一个光电门的速度为 $v_1 = \frac{L}{\Delta t_1} = \frac{0.02}{0.20} \text{ m/s} =$

0.10 m/s , 遮光条通过第二个光电门的速度为 $v_2 = \frac{L}{\Delta t_2} = \frac{0.02}{0.05} \text{ m/s} =$

0.40 m/s , 故滑块的加速度 $a = \frac{v_2-v_1}{t} = \frac{0.40-0.10}{2.5} \text{ m/s}^2 = 0.12 \text{ m/s}^2$ 。

5. 答案 电梯从 3 楼下降到 2 楼时, 先加速下降再减速下降, 略停后, 先加速再减速下降至 1 楼, 随后先加速再减速上升到 2 楼, 最后停在 2 楼。电梯的 $v-t$ 图像如图所示。



第二章 匀变速直线运动的研究

1 实验: 探究小车速度随时间变化的规律

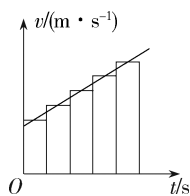
◆练习与应用

1. 答案 (1) 如图所示

(2) 有道理。因为纸带的宽度一定, 把剪下的各段纸带并排, 相当于以纸带宽度作为时间间隔, 各纸带长度表示小车在这段时间内运动的位移大小, 这样在各个时间间隔内的平均速度大小就近似认为

$v = \frac{\Delta x}{0.1 \text{ s}}$ 。 $v \propto \Delta x$, 这样, 纸带的长度就可以

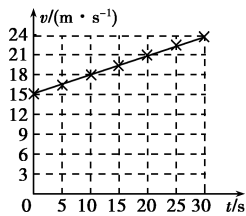
用来表示速度。



2. 答案 (1) 如表所示

时间 t/s	0	5	10	15	20	25	30
速度 $v/(km \cdot h^{-1})$	54	59	65	70	76	81	86
速度 $v/(m \cdot s^{-1})$	15	16.4	18.1	19.4	21.1	22.5	23.9

(2) 如图所示



2 匀变速直线运动的速度与时间的关系

◆思考与讨论

答案 物体运动的速度在不断增大,相等时间内速度的变化量不相等,物体不做匀变速运动。

◆练习与应用

1. 答案 初速度 $v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, 加速度 $a = 0.2 \text{ m/s}^2$, 末速度 $v = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$ 。

根据 $v = v_0 + at$ 得 $t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{15 - 10}{0.2} \text{ s} = 25 \text{ s}$ 。

2. 答案 初速度 $v_0 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$, 加速度 $a = -0.1 \text{ m/s}^2$, 时间 $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$, 根据 $v = v_0 + at$ 得 $v = 20 \text{ m/s} - 0.1 \times 120 \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$ 。

3. 答案 初速度 $v_0 = 0$, 加速度 $a = 1.6 \text{ m/s}^2$, 时间 $t = 2.25 \text{ s}$, 根据 $v = v_0 + at$, 得 $v = 0 + 1.6 \times 2.25 \text{ m/s} = 3.6 \text{ m/s}$ 。

4. 答案 (1) 物体在 1 s 末的速度是 1.5 m/s, 4 s 末的速度为 2 m/s, 最大, 7 s 末的速度为 1 m/s, 最小。

(2) 物体在 1 s 末、4 s 末、7 s 末三个时刻的速度均为正值, 速度方向相同。

(3) 物体在 1 s 末的加速度大小为 0.5 m/s^2 ; 4 s 末的加速度大小为零, 最小; 7 s 末的加速度大小为 1 m/s^2 , 最大。

(4) 物体在 1 s 末的加速度为正值, 7 s 末的加速度为负值, 加速度方向相反。

3 匀变速直线运动的位移与时间的关系

◆练习与应用

1. 答案 初速度 $v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, 加速度 $a = 0.2 \text{ m/s}^2$, 时间 $t = 30 \text{ s}$, 根据 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 得 $x = 10 \times 30 \text{ m} + \frac{1}{2} \times 0.2 \times 30^2 \text{ m} = 390 \text{ m}$; 根据 $v = v_0 + at$ 得 $v = 10 \text{ m/s} + 0.2 \times 30 \text{ m/s} = 16 \text{ m/s}$ 。

2. 答案 初速度 $v_0 = 18 \text{ m/s}$, 时间 $t = 3 \text{ s}$, 位移 $x = 36 \text{ m}$, 根据 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 得 $a = \frac{2(x - v_0 t)}{t^2} = \frac{2 \times (36 - 18 \times 3)}{3^2} \text{ m/s}^2 = -4 \text{ m/s}^2$

根据 $v = v_0 + at$, 可得汽车停止运动所用的时间 $t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 18}{-4} \text{ s} = 4.5 \text{ s}$, 故汽车在 5 s 内的位移与 4.5 s 内的位移相等,

由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得 $x' = \frac{0 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 18^2}{2 \times (-4)} \text{ m} = 40.5 \text{ m}$ 。

3. 答案 已知初速度 $v_0 = 0$, 根据公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 得

$$x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2, x_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2, \text{ 所以 } x_1 : x_2 = a_1 : a_2。$$

4. 答案 已知前一段匀加速直线运动中 $x_1 = 180 \text{ m}$, $a_1 = 7.8 \text{ m/s}^2$, 后一段匀加速直线运动中 $x_2 = 15 \text{ m}$, $a_2 = 5.2 \text{ m/s}^2$, 根据 $v^2 - v_0^2 =$

$2ax$ 可得 $v_1^2 = 2a_1 x_1, v_2^2 - v_1^2 = 2a_2 x_2$, 联立解得飞机离舰时的速度为 $v_2 = \sqrt{2a_1 x_1 + 2a_2 x_2} = \sqrt{2 \times 7.8 \times 180 + 2 \times 5.2 \times 15} \text{ m/s} = 54 \text{ m/s}$ 。

5. 答案 初速度 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 末速度 $v = 0$, 位移 $x = 1.2 \text{ m}$, 根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得 $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} = \frac{0 - 10^2}{2 \times 1.2} \text{ m/s}^2 = -42 \text{ m/s}^2$ 。

6. 答案 设汽车运动方向为正方向, 初速度为 v_0 , 由题知加速度 $a = -5.0 \text{ m/s}^2$, 末速度 $v = 0$, 位移 $x = 22.5 \text{ m}$, 根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得 $v_0 = \sqrt{-2ax} = \sqrt{-2 \times (-5.0) \times 22.5} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$ 。

4 自由落体运动

◆练习与应用

1. 答案 橡皮下落得快。纸片捏成很紧的小纸团后, 小纸团下落变快。这是因为空气阻力的作用, 纸片受到的空气阻力大, 小纸团受到的空气阻力小。

2. 答案 跳水运动员训练时从 5 m 跳台双脚朝下自由落下, 双脚离水面的高度分别为 3.4 m 和 1.8 m 时, 其自由落下的距离分别为 1.6 m 和 3.2 m, 下落需要的时间分别为 $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} =$

0.57 s 和 $t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 0.8 \text{ s}$, 所以手机连拍时间间隔为 $\Delta t = t_2 - t_1 = 0.23 \text{ s}$ 。

3. 答案 设井口到水面的距离为 x , 石块下落做自由落体运动, 设石块落到水面的时间为 t , 则有 $h = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2.5^2 \text{ m} = 31.25 \text{ m}$, 由于声音传播需要一定的时间, 所以石块实际自由下落到水面的时间 $t < 2.5 \text{ s}$, 我们估算的结果偏大。

4. 答案 设从抛出点到径迹两端点的距离分别为 h_A, h_B , 由题图可知 $h_A = (2.5 - 8.6 \times 6 \times 10^{-2}) \text{ m} = 1.984 \text{ m}$, $h_B = (2.5 - 6.8 \times 6 \times 10^{-2}) \text{ m} = 2.092 \text{ m}$ 。由 $v^2 = 2gh$ 得 $v_A = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.984} \text{ m/s} = 6.24 \text{ m/s}$, $v_B = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2.092} \text{ m/s} = 6.40 \text{ m/s}$, 由 $v_B - v_A = gt$ 得曝光时间 $t = \frac{6.40 - 6.24}{9.8} \text{ s} = 0.016 \text{ s}$ 。

5. 答案 频闪照相机类似于打点计时器, 都是每隔一定时间记录一次, 题目给出了时间与位移, 故可以求加速度。

解法一: (利用 $\Delta x = gt^2$ 求解)

$$x_1 = (0.8 - 0) \text{ cm} = 0.8 \text{ cm},$$

$$x_2 = (3.2 - 0.8) \text{ cm} = 2.4 \text{ cm},$$

$$x_3 = (7.1 - 3.2) \text{ cm} = 3.9 \text{ cm},$$

$$x_4 = (12.5 - 7.1) \text{ cm} = 5.4 \text{ cm},$$

$$x_5 = (19.6 - 12.5) \text{ cm} = 7.1 \text{ cm},$$

$$\text{则 } \Delta x_{12} = 1.6 \text{ cm}, \Delta x_{23} = 1.5 \text{ cm}, \Delta x_{34} = 1.5 \text{ cm}, \Delta x_{45} =$$

$$1.7 \text{ cm},$$

取平均值 $\Delta x = 1.575 \text{ cm}$,

所以重力加速度:

$$g = \frac{\Delta x}{t^2} = \frac{1.575 \times 10^{-2}}{0.04^2} \text{ m/s}^2 = 9.84 \text{ m/s}^2。$$

解法二: (先求平均速度, 再利用 $v = gt$ 求解)

$x = 3.2 \text{ cm}$ 时的瞬时速度

$$v_1 = \frac{(7.1 - 0.8) \times 10^{-2}}{0.04 \times 2} \text{ m/s} = 0.7875 \text{ m/s}。$$

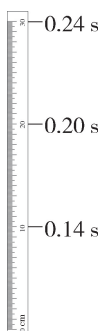
$x = 12.5 \text{ cm}$ 时的瞬时速度

$$v_2 = \frac{(19.6 - 7.1) \times 10^{-2}}{0.04 \times 2} \text{ m/s} = 1.5625 \text{ m/s}。$$

则 $v_2 = v_1 + g \cdot 2T$

$$\text{重力加速度 } g = \frac{v_2 - v_1}{2T} = \frac{1.5625 - 0.7875}{2 \times 0.04} \text{ m/s}^2 = 9.69 \text{ m/s}^2。$$

6. 答案 可以。在反应时间内,直尺向下做初速度为零的匀加速直线运动,结合位移-时间公式 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 。在长度刻度旁标注的时间刻度如图所示:



◆复习与提高

A 组

1. 答案 由题意可知, $v_0 = 4 \text{ m/s}$, $v = 0$, $a = -0.2 \text{ m/s}^2$ 。根据匀变速直线运动的速度-位移公式 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 可得自行车滑行的距离为 $x = \frac{-v_0^2}{2a} = \frac{-4^2}{2 \times (-0.2)} \text{ m} = 40 \text{ m}$ 。由于 $L = 30 \text{ m} < 40 \text{ m}$, 故自行车仅靠滑行不能停在停车线前。

2. 答案 由题可知,人的初速度 $v_0 = 5 \text{ m/s}$, 加速度 $a = -0.4 \text{ m/s}^2$, 时间 $t = 5 \text{ s}$, 由位移-时间公式 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 可得他在斜坡上通过的距离为 $x = 5 \times 5 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 0.4 \times 5^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$ 。

3. 答案 由题可知, $v_0 = 0$, $v = 30 \text{ m/s}$, $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

(1) 由 $v^2 = 2gh$ 可得 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \times 10} \text{ m} = 45 \text{ m}$ 。

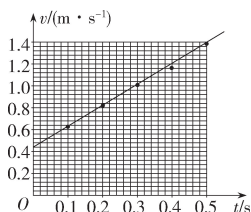
(2) 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 可得钢球在前 2 s 内下落的高度 $h_2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$, 它在前 2 s 内的平均速度 $\bar{v} = \frac{h_2}{t_2} = 10 \text{ m/s}$, 方向向下。

(3) 由 $v = gt$ 可得钢球下落的时间 $t_3 = \frac{v}{g} = 3 \text{ s}$, 则钢球最后 1 s 内下落的高度 $h = h_3 - h_2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2 \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 25 \text{ m}$ 。

4. 答案 (1) 由题可知, 相邻两计数点间的时间间隔 $T = 0.1 \text{ s}$ 。在较短时间内两点间某点的瞬时速度大小等于两点间的平均速度大小, 可得 $v_A = \frac{x_{OB}}{2T} = 0.61 \text{ m/s}$, $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = 0.81 \text{ m/s}$, $v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = 1.00 \text{ m/s}$, $v_D = \frac{x_{CE}}{2T} = 1.18 \text{ m/s}$, $v_E = \frac{x_{DF}}{2T} = 1.39 \text{ m/s}$ 。故表格如下:

位置	A	B	C	D	E
$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0.61	0.81	1.00	1.18	1.39

(2) 根据数据描点, 作出小车运动的 $v-t$ 图像, 如图所示:



根据 $v-t$ 图像可以判断小车做匀变速直线运动, 并可以求出加速度的大小为 $a = 1.93 \text{ m/s}^2$ 。

5. 答案 (1) 运动员打开降落伞后做匀减速运动, 根据 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 据题意有 $v_2 = 5 \text{ m/s}$, $a = -12 \text{ m/s}^2$, $x_2 = 125 \text{ m}$, 代入数据可求得运动员打开降落伞时的速度为 $v_1 = \sqrt{v_2^2 - 2ax_2} = \sqrt{5^2 - 2 \times (-12) \times 125} \text{ m/s} = 55 \text{ m/s}$ 。

(2) 由 $v^2 = 2gx$ 可得运动员自由下落的距离为 $x_1 = \frac{v_1^2}{2g} = 151.25 \text{ m}$

运动员离开飞机时距地面的高度为 $x = x_1 + x_2 = 276.25 \text{ m}$

(3) 运动员自由下落的时间为 $t_1 = \frac{v_1}{g} = 5.5 \text{ s}$

打开伞后运动的时间为 $t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a} = 4.17 \text{ s}$

故运动员离开飞机后运动的时间为 $t = t_1 + t_2 = 9.67 \text{ s}$

6. 答案 (1) 证明: 由于 $x = \frac{1}{2}at^2$, 可知 $x \propto t^2$, 得 $x_1 : x_2 : x_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$

(2) 证明: 由于 $x = \frac{1}{2}at^2$, 可得 $x_1 = \frac{1}{2}a \times 1^2$, $x_2 = \frac{1}{2}a \times 2^2$, $x_3 = \frac{1}{2}a \times 3^2, \dots$

所以, $x_1 = \frac{1}{2}a$, $x_{II} = x_2 - x_1 = \frac{1}{2}a \times (2^2 - 1) = \frac{1}{2}a \times 3 = 3x_1$

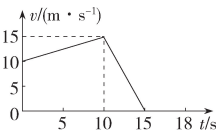
$x_{III} = x_3 - x_2 = \frac{1}{2}a \times (3^2 - 2^2) = \frac{1}{2}a \times 5 = 5x_1$

显然 $x_I : x_{II} : x_{III} : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$

(3) 证明: 自计时起, 物体在第一个 T 内的位移 $s_I = \frac{1}{2}aT^2$, 前 $2T$ 内的位移 $s_{II} = \frac{1}{2}a(2T)^2$, 则第二个 T 内的位移: $s_2 = s_{II} - s_I = \frac{1}{2}a(2T)^2 - \frac{1}{2}aT^2 = \frac{3}{2}aT^2$, 则连续相等时间 T 内的位移差 $\Delta s = s_2 - s_1 = \frac{3}{2}aT^2 - \frac{1}{2}aT^2 = aT^2$ 。同理可得 $s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = \dots = s_n - s_{n-1} = aT^2$, 即 $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = s_n - s_{n-1} = aT^2$ 。

B 组

1. 答案 由题可知, 初速度 $v_0 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, 匀加速运动的加速度 $a_1 = 0.5 \text{ m/s}^2$, 时间 $t_1 = 10 \text{ s}$, 根据 $v = v_0 + at$ 可得 10 s 末汽车的速度 $v_1 = v_0 + a_1t_1 = 10 \text{ m/s} + 0.5 \times 10 \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$ 。汽车匀减速刹车时, 加速度大小为 $a_2 = 3 \text{ m/s}^2$, 设经时间 t_2 减速为 0 , 则 $0 = v_1 - a_2t_2$, 得 $t_2 = 5 \text{ s}$, 此后汽车静止, 则汽车开始加速后 18 s 内的 $v-t$ 图像如图所示。



2. 答案 由题知 $v_0 = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$, 司机发现前方异常情况, 汽车的运动分为两个阶段: 第一阶段为反应时间内的匀速直线运动, 通过的位移 $x_1 = v_0t = 30 \text{ m/s} \times 1 \text{ s} = 30 \text{ m}$

第二阶段为匀减速直线运动, 通过的位移 $x_2 = 120 \text{ m} - x_1 = \frac{30^2}{2a}$

计算可得加速度大小为 $a = 5 \text{ m/s}^2$

则雨天汽车匀减速运动的加速度大小为 $a_2 = \frac{3}{5}a_1 = 3 \text{ m/s}^2$

设汽车在雨天安全行驶的最大速度为 v , 则反应时间内汽车匀速行驶的位移为 $x_1' = vt$

匀减速运动阶段的位移为 $x_2' = \frac{v^2}{2a_2}$

根据安全距离仍为 120 m , 可得 $vt + \frac{v^2}{2a_2} = 120 \text{ m}$

代入数据解得 $v = 24 \text{ m/s}$

3. 答案 设小汽车追上大客车时所经历的时间为 t_1 , 则有 $v_1 t + 26 \text{ m} = \frac{1}{2} a t_1^2$, 代入数据解得 $t_1 = 26 \text{ s}$

小汽车追上大客车时的速度为 $v_2 = a t_1 = 26 \text{ m/s}$ 。

当小汽车与大客车的速度相等时, 它们相距最远, 此时小汽车的速度为 12 m/s 时, 经历的时间为 $t_2 = 12 \text{ s}$, 则追上前小汽车与大客车之间的最远相距是 $\Delta s = 26 \text{ m} + v_1 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2 = 98 \text{ m}$ 。

4. 答案 (1) 由题意可得, 石子在曝光时间内下落的距离为 $x = \frac{100}{4.0} \times 0.8 \times 10^{-2} \text{ m} = 0.2 \text{ m}$ 。

(2) 由于曝光时间极短, 可以认为石子在曝光时间内做匀速直线运动, 则 $v = \frac{x}{t} = \frac{0.2}{0.01} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$ 。

(3) 由 $v^2 = 2gh$ 可得 $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \times 10} \text{ m} = 20 \text{ m}$, 即石子大约是距距离窗户 20 m 高的地方落下的。

5. 答案 由初速度为零的匀加速直线运动的规律可得物体从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比为: $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ 。

子弹垂直射入叠在一起的相同木板, 穿过第 20 块木板后速度变为 0, 子弹的逆过程可以看成做初速度为零的匀加速直线运动。(1) 求子弹穿过第 1 块木板所用的时间, 可看成求子弹从静止开始通过第 20 块木板的时间 t_{20} , 则 $\frac{t}{\sqrt{20}} =$

$\frac{t_{20}}{\sqrt{20}-\sqrt{19}}, t_{20} = \frac{\sqrt{20}-\sqrt{19}}{\sqrt{20}} t$ 。(2) 求子弹穿过前 15 块木板所用的时间, 可看成求子弹从静止开始通过第 6~20 块木板所用的时间 $t_{\text{总}}$, 则有 $\frac{t}{\sqrt{20}} = \frac{t_{\text{总}}}{\sqrt{6}-\sqrt{5}+(\sqrt{7}-\sqrt{6})+\dots+(\sqrt{20}-\sqrt{19})}$,

解得 $t_{\text{总}} = \frac{\sqrt{20}-\sqrt{5}}{\sqrt{20}} t$ 。(3) 求子弹穿过第 15 块木板所用的时间, 可看成求子弹从静止开始通过第 6 块木板所用的时间 t_6 , 则有 $\frac{t}{\sqrt{20}} = \frac{t_6}{\sqrt{6}-\sqrt{5}}$, 解得 $t_6 = \frac{\sqrt{6}-\sqrt{5}}{\sqrt{20}} t$ 。

6. 答案 (1) 汽车通过人工收费通道所用时间 $t_1 = \frac{v_1}{a} \times 2 + 20 \text{ s} = 50 \text{ s}$

汽车通过人工收费通道的总位移 $x_1 = \frac{v_1^2}{2a} \times 2 = 225 \text{ m}$

(2) 汽车过 ETC 通道时, 减速运动的位移和加速运动的位移相等, 均为 $x_2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} = 100 \text{ m}$

所以通过的总位移 $x_{\text{总}2} = 2x_2 + 10 \text{ m} = 210 \text{ m}$

通过 ETC 通道所用时间 $t_2 = \frac{v_1 - v_2}{a} \times 2 + \frac{10 \text{ m}}{v_2} = 22 \text{ s}$

二者的位移差 $\Delta x = x_1 - x_{\text{总}2} = 225 \text{ m} - 210 \text{ m} = 15 \text{ m}$

在这段位移内汽车过 ETC 通道时是匀速运动的, 所以所

需的时间为 $t_{\text{总}2} = t_2 + \frac{\Delta x}{v_1} = 22 \text{ s} + \frac{15}{15} \text{ s} = 23 \text{ s}$

节约时间 $\Delta t = t_1 - t_{\text{总}2} = 50 \text{ s} - 23 \text{ s} = 27 \text{ s}$

第三章 相互作用——力

1 重力与弹力

◆练习与应用

1. 答案 (1) 马拉车, 使车从静止开始运动, 是因为马对车有拉力, 使车的速度大小发生了变化, 即力改变了车的运动状态;

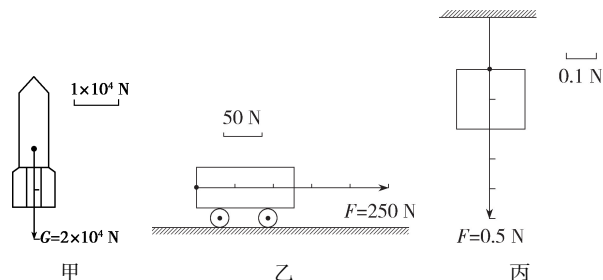
弹簧被用力拉长或压缩, 是拉力或压力使弹簧发生了形变。

(2) 课本受到重力, 施力物体是地球, 受力物体是课本; 马拉车的力, 施力物体是马, 受力物体是车。

2. 答案 (1) $G = mg = 2 \times 10^3 \times 10 \text{ N} = 2 \times 10^4 \text{ N}$ 。力的图示如图甲, 受力物体是火箭, 施力物体是地球。

(2) 力的图示如图乙, 受力物体是车, 施力物体是人。

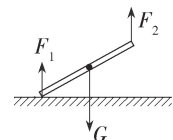
(3) 力的图示如图丙, 受力物体是细绳, 施力物体是工艺品。



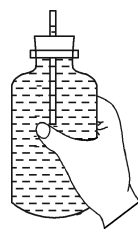
3. 答案 均匀三角形薄板的重心与几何学上的重心位于同一点上。

4. 答案 钢管受 3 个力作用: 重力、拉力和支持力。重力的施力物体是地球, 拉力的施力物体是竖直悬绳, 支持力的施力物体是地面。

受力示意图如图所示。



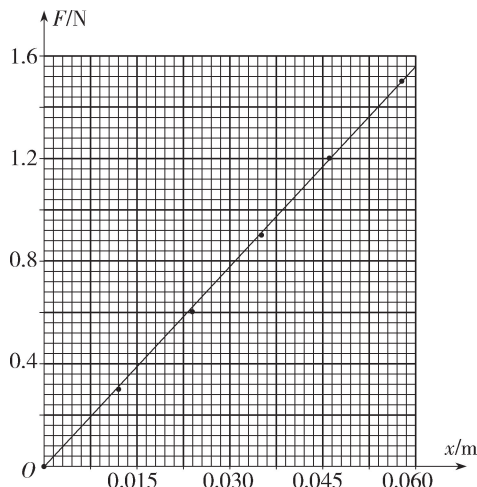
5. 答案 如图所示, 在一个扁玻璃瓶内装满水 (为了更好地观察水面的升降, 可在水中滴入红墨水), 瓶口用中间插有透明细管的瓶塞塞上, 使水面位于细管中。用手按压玻璃瓶壁, 细管中的水面就会发生变化, 说明玻璃瓶在手的作用下发生了形变; 松开手, 水面回到原处。



6. 答案 (1) 由实验数据可得弹簧所受拉力与弹簧伸长量的实验数据如表:

弹簧所受拉力 F/N	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
弹簧伸长量 x/m	0	1.2×10^{-2}	2.3×10^{-2}	3.5×10^{-2}	4.6×10^{-2}	5.8×10^{-2}

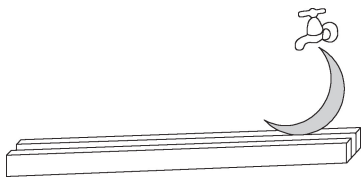
$F-x$ 图像如图所示:



(2) 弹簧的劲度系数等于 $F-x$ 图线的斜率, 则 $k =$

$$\frac{1.5}{0.060} \text{ N/m} = 25 \text{ N/m}$$

7. 答案 支撑容器的平面有一定倾角; 空容器的重心偏右, 装置如图所示。



2 摩擦力

◆练习与应用

1. 手压着桌面向前移动, 手受到了桌面的与手运动方向相反的滑动摩擦力, 正是此滑动摩擦力阻碍了手的运动。由于滑动摩擦力的大小与压力成正比, 所以手对桌面的压力越大, 所受滑动摩擦力越大, 即阻力越大。
2. 答案 (1) 瓶子与桌面无相对运动趋势, 故不受摩擦力作用。(2) 瓶子相对桌面有平行于桌面向下的运动趋势, 所以瓶子所受静摩擦力平行于倾斜桌面向上。(3) 瓶子相对手有竖直向下的运动趋势, 所受静摩擦力方向竖直向上。(4) 瓶子相对纸条的运动方向与纸条的运动方向相反, 故所受滑动摩擦力的方向与纸条运动方向相同。

3. 答案 至少用 35 N 的水平推力才能推动木箱, 所以木箱与地板间的最大静摩擦力 $F_{\max} = 35 \text{ N}$ 。根据二力平衡知识可知, 当木箱匀速运动时, 水平推力和滑动摩擦力大小相等, 方向相反, 所以木箱所受滑动摩擦力 $F_f = 30 \text{ N}$ 。

木箱在水平地板上, 木箱对地板的压力 $F_N = G = 100 \text{ N}$, 根据 $F_f = \mu F_N$ 可知, 木箱与地板间的动摩擦因数

$$\mu = \frac{F_f}{F_N} = \frac{30 \text{ N}}{100 \text{ N}} = 0.3。$$

用 20 N 的水平推力推木箱, 由于推力 $F < F_{\max}$, 故木箱仍静止, 木箱受到的静摩擦力与水平推力平衡, 所受静摩擦力 $F' = 20 \text{ N}$ 。

4. 答案 雪橇匀速运动时, 所受拉力 F 与滑动摩擦力 F_f 大小相等, 故 $F_f = F$;

由于 $F_N = G$, 故 $F_f = \mu F_N = \mu G$,

$$\text{可得雪橇与雪地间的动摩擦因数 } \mu = \frac{F_f}{F_N} = \frac{10 \text{ N}}{500 \text{ N}} = 0.02$$

如果雪橇再载重 500 N 的货物, 此时 $F_N' = 500 \text{ N} + 500 \text{ N} = 1\,000 \text{ N}$

雪橇滑行时受到的摩擦力 $F_f' = \mu F_N' = 0.02 \times 1\,000 \text{ N} = 20 \text{ N}$

3 牛顿第三定律

◆练习与应用

1. 答案 物体静止地放在台式弹簧秤上, 物体受到重力 G 和支持力 F_N 的作用, 因为物体处于平衡状态, 故 $G = F_N$ 。台式弹簧秤受到物体对它的压力 F , 物体受到的支持力与弹簧秤受到的压力为一对作用力和反作用力, 根据牛顿第三定律, F_N 和 F 大小相等方向相反, 故 F 的大小与 G 相等。图略。

2. 答案 平衡力是指作用在同一物体上的两个力, 而作用力和反作用力是作用在两个物体上的两个力, 各自对所作用的物体产生作用效果, 所以不能抵消。

3. 答案 4 对, 它们分别为: 油桶的重力和油桶对地球的吸引力; 汽车的重力和汽车对地球的吸引力; 油桶对汽车的压力和汽车对油桶的支持力; 汽车对地球的压力和地球对汽车的支持力。

油桶受重力和汽车对油桶的支持力两个力作用。

汽车受重力、油桶对汽车的压力和地球对汽车的支持力三个力作用。

地球受油桶对它的吸引力、汽车对它的吸引力和汽车对它的压力三个力作用。

4. 答案 B 木块受重力、牵引力、 A 对 B 的压力、桌面对 B 的支持力和桌面对 B 向左的摩擦力 5 个力的作用。

4 力的合成和分解

◆练习与应用

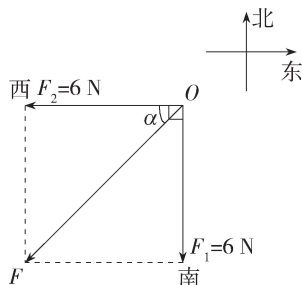
1. 答案 根据共点力的合成法则可知, 当两力方向相同时合力最大, 等于两力大小之和; 当两力方向相反时, 合力最小, 数值上等于两力大小之差, 方向与数值大的力方向相同; 若两力成一夹角, 合力数值则在最小值和最大值的范围之间。

若两力大小为 F_1 、 F_2 , 则其合力 F 的大小范围是

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq |F_1 + F_2|$$

根据以上分析, 10 N 和 2 N 的合力 F 的大小范围为 $8 \text{ N} \leq F \leq 12 \text{ N}$, 所以, 这两个力合力的最大值是 12 N, 最小值是 8 N, 它们的合力可以等于 10 N, 而不可能等于 5 N、15 N。

2. 答案 两个力合力为 0, 则这两个力大小相等, 方向相反, 一个向东 (6 N), 则另一个一定是向西 (6 N)。当把向东的 6 N 的力改为向南时, 而向西的力大小、方向均未变, 这时两个力方向垂直, 如图所示。



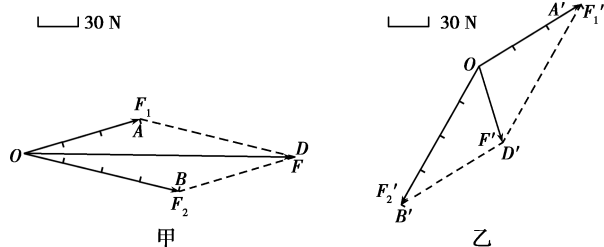
根据平行四边形定则, 作出力的示意图, 合力为 F 。由直角三角形知识可得

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{6^2 + 6^2} \text{ N} = 8.5 \text{ N}$$

由图可知 $\tan \alpha = \frac{F_1}{F_2} = 1$, 所以 $\alpha = 45^\circ$, 即合力方向为西偏南 45° 。

3. 答案 取 0.5 cm 的线段表示 30 N 的力。

从同一点 O 以 1.5 cm 线段 OA 表示 90 N 的力, 以 2 cm 的线段 OB 表示 120 N 的力, 且 $\angle AOB = 30^\circ$, 图示如图甲所示。



作出平行四边形, 则对角线 OD 表示两力 F_1 和 F_2 的合力, 量得对角线 OD 的长度是 3.5 cm, 则合力 F 的大小 $F = \frac{3.5}{0.5} \times$

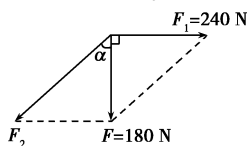
$30 \text{ N} = 210 \text{ N}$

用量角器测得 $\angle AOD = 17.5^\circ$, 即合力 F 与 F_1 的夹角 $\varphi = 17.5^\circ$

同理, 图示如图乙所示, $\angle A'OB' = 150^\circ$, 则可求得 $OD' = \frac{1.05}{0.5} \times 30 \text{ N} = 63 \text{ N}$ 。

用量角器量得 $\angle A'OD' = 101.5^\circ$, 即合力 F' 与 F_1' 夹角为 101.5° 。

4. 答案 根据平行四边形定则作图。



由直角三角形中的几何关系可得

$$F_2 = \sqrt{F_1^2 + F^2} = \sqrt{(240)^2 + (180)^2} \text{ N} = 300 \text{ N}$$

$$\text{设 } F_2 \text{ 与竖直方向的夹角为 } \alpha, \text{ 则 } \tan \alpha = \frac{F_1}{F} = \frac{240 \text{ N}}{180 \text{ N}} = \frac{4}{3},$$

故 $\alpha = 53^\circ$ 。

即 F_2 的方向为斜向左下方, 且与竖直方向成 53° 角。

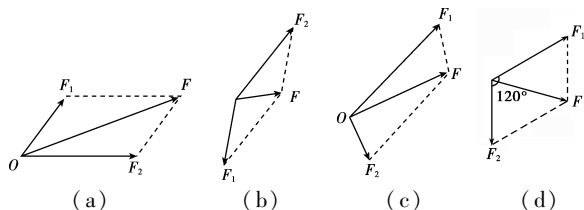
5. 答案 根据平行四边形定则, 作分力 F_1 、 F_2 与合力 F 的示意图。

(1) 合力 F 可比两分力 F_1 、 F_2 都大, 如图(a)。合力可比两分力都小, 如图(b)所示。合力可大于一个分力, 而小于另一分力, 如图(c)所示。

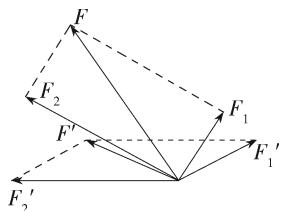
若两分力 $F_1 = F_2$, 当夹角为 120° 时, 合力 $F = F_1 = F_2$, 如图(d)所示。

当然还可等于一分力, 而大于或小于另一分力。

所以说法错误。



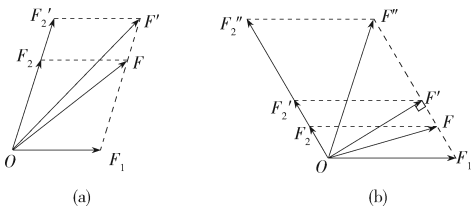
(2) 如图所示, F_1 、 F_2 大小不变, θ 角越小, 合力 F 越大。即说法正确。



(3) θ 角不变, F_1 大小不变, F_2 增大时, 有两种情况:

① $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, 由图(a)可看出, 合力 F 随 F_2 的增大而增大。

② $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$, 由图(b)可看出, 当 F_1 大小不变时, 随 F_2 增大合力 F 先减小后增大。

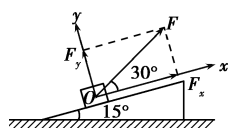


当合力 F 与 F_2 垂直时, F 有最小值。

所以, 随着 F_2 增大, 合力 F 可逐渐增大, 可逐渐减小, 还可以先减小后增大。

即说法错误。

6. 答案 将力 F 分解为 F_x 和 F_y 如图所示。

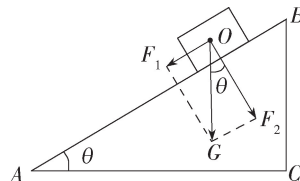


由几何关系可得 F 与 x 轴的夹角为 30° 。

$$\text{则 } F_x = F \cos 30^\circ = 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ N} = 50\sqrt{3} \text{ N},$$

$$F_y = F \sin 30^\circ = 100 \times \frac{1}{2} \text{ N} = 50 \text{ N}。$$

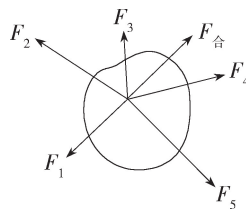
7. 答案 将 G 沿平行于斜面和垂直于斜面方向分解, 如图所示, 则 $F_1 = G \sin \theta$, $F_2 = G \cos \theta$ 。



5 共点力的平衡

◆练习与应用

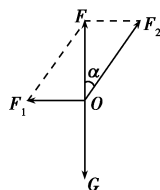
1. 答案 物体在五个力作用下保持平衡, 它们的合力为零。其中任意四个力的合力一定与第五个力大小相等、方向相反。依题意, 除 F_1 以外的四个力的合力与力 F_1 大小相等、方向相反。撤去 F_1 , 其余四个力不变, 它们的合力大小等于 F_1 , 方向与 F_1 相反。如图所示。



2. 答案 方法一: 合成法

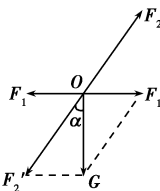
取足球为研究对象, 它受重力 $G = mg$ 、墙壁的支持力 F_1 和悬绳的拉力 F_2 三个共点力作用而平衡, 由共点力平衡条件可知, F_1 和 F_2 的合力 F 与 G 大小相等、方向相反, 即 $F = G$, 从图中力的平行四边形可求得: $F_1 = F \tan \alpha = mg \tan \alpha$, $F_2 = \frac{F}{\cos \alpha} =$

$$\frac{mg}{\cos \alpha}。$$



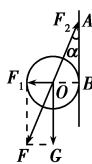
方法二: 分解法

取足球为研究对象, 它受重力 $G = mg$ 、墙壁的支持力 F_1 、悬绳的拉力 F_2 。如图所示, 将重力 G 分解为 F_1' 和 F_2' , 由共点力平衡条件可知, F_1 与 F_1' 的合力必为零, F_2 与 F_2' 的合力也必为零, 所以 $F_1 = F_1' = mg \tan \alpha$, $F_2 = F_2' = \frac{mg}{\cos \alpha}。$



方法三: 相似三角形法

取足球为研究对象, 它受重力 $G = mg$ 、墙壁的支持力 F_1 、悬绳的拉力 F_2 , 如图所示, 设球心为 O , 由共点力的平衡条件可知, F_1 和 G 的合力 F 与 F_2 大小相等、方向相反, 由图可知, 三角形 OFG 与三角形 AOB 相似, 所以



$$\frac{F}{G} = \frac{AO}{AB} = \frac{1}{\cos \alpha}, \text{ 即 } F_2 = F = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\cos \alpha}; \frac{F_1}{G} = \frac{OB}{AB} = \tan \alpha,$$

即 $F_1 = G \tan \alpha = mg \tan \alpha$ 。

方法四:正交分解法

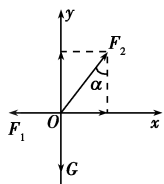
取足球为研究对象,它受重力 $G=mg$ 、墙壁的支持力 F_1 、悬绳的拉力 F_2 ,如图所示,取水平方向为 x 轴,竖直方向为 y 轴,将 F_2 分别沿 x 轴和 y 轴方向进行分解。由平衡条件可知,在 x 轴和 y 轴方向上的合力 $F_{x\text{合}}$ 和 $F_{y\text{合}}$ 应分别等于零,即

$$F_{x\text{合}} = F_2 \sin \alpha - F_1 = 0$$

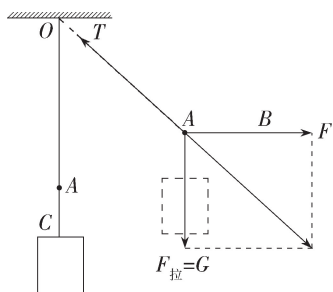
$$F_{y\text{合}} = F_2 \cos \alpha - G = 0$$

$$\text{解得: } F_2 = \frac{G}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$F_1 = F_2 \sin \alpha = mg \tan \alpha。$$



- 3.答案** OA 段被拉断瞬间, A 点的受力如图所示,由题可知 $T=50 \text{ N}$, $F_{\text{拉}} = G = 40 \text{ N}$, 则绳 AB 的拉力为 $F = \sqrt{T^2 - F_{\text{拉}}^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} \text{ N} = 30 \text{ N}$ 。

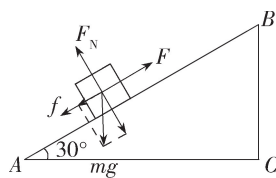


- 4.答案** 箱子的受力如图所示,由于箱子沿斜面匀速上滑,故沿斜面方向有 $F = f + mg \sin 30^\circ$

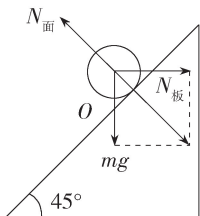
沿垂直斜面方向有 $F_N = mg \cos 30^\circ$

且斜面对箱子的滑动摩擦力 $f = \mu F_N$

联立各式并代入数据得 $F = 3\,799 \text{ N}$



- 5.答案** 对铅球受力分析,受重力 mg 、斜面的支持力 $N_{\text{面}}$ 、挡板的支持力 $N_{\text{板}}$,受力示意图如图所示:



由共点力的平衡条件可得,挡板对铅球的支持力

$$N_{\text{板}} = mg \tan 45^\circ$$

$$\text{斜面对铅球的支持力 } N_{\text{面}} = \frac{mg}{\cos 45^\circ}$$

根据牛顿第三定律,可知铅球对挡板的压力 $N_{\text{板}}' = N_{\text{板}} = 40 \text{ N}$ 。

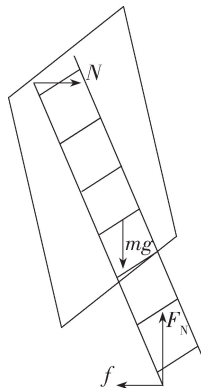
铅球对斜面的压力 $N_{\text{面}}' = N_{\text{面}} = 56.6 \text{ N}$

◆复习与提高

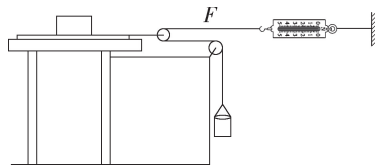
A组

- 1.答案** (1)任何一个力都涉及两个物体——施力物体和受力物体,物体的重力是由于物体受到地球的吸引而产生的力,其施力物体是地球。(2)重力的方向总是竖直向下,而不是垂直于接触面向下,竖直向下是指与水平面垂直向下。(3)产生弹力的条件是:两物体接触且发生弹性形变,两个条件缺一不可。放在水平桌面上的两个球,靠在一起但不互相挤压,不会产生形变,因此两球之间没有弹力。(4)产生摩擦力的条件是:两物体有相互作用的弹力且两物体发生相对运动或两物体间有相对运动的趋势,故说法错误。(5)动摩擦因数跟接触面有关,接触面材料不同,粗糙程度不同,动摩擦因数也不同,可以通过 $\mu = \frac{F_f}{F_N}$ 计算动摩擦因数的大小,但动摩擦因数跟滑动摩擦力 F_f 和压力 F_N 无关。

- 2.答案** 直梯受到竖直向下的重力、水平向右的墙壁的支持力和竖直向上的地面的支持力、水平向左的地面的摩擦力,受力示意图如图所示:



- 3.答案** 用天平测出一张 A4 纸和一个小木块的总质量 m ,将这张 A4 纸放到水平桌面上,木块放到纸上,按如图所示方式连接,向小桶中逐渐加细沙,直至小桶刚好匀速下降,读出弹簧测力计的示数 F ,则纸与桌面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{2F}{mg}$ 。

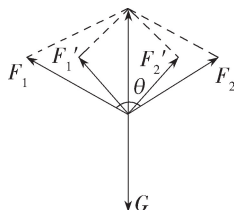


- 4.答案** 根据题意,画出水桶的受力示意图如图所示, F_1 、 F_2 的合力与水桶的重力 G 大小相等、方向相反,则 $G = F_1 \cos \frac{\theta}{2} + F_2 \cos \frac{\theta}{2} = 2F_1 \cos \frac{\theta}{2}$

$$F_2 \cos \frac{\theta}{2} = 2F_1 \cos \frac{\theta}{2}$$

$$\text{故 } F_1 = \frac{G}{2 \cos \frac{\theta}{2}},$$

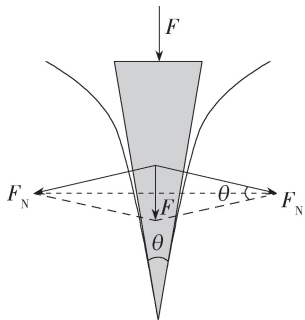
可知 θ 越小, F_1 越小,即两人手臂间的夹角小些省力。



- 5.答案** 作用在刀背上的力产生的作用效果为垂直于两个侧面向外挤压接触面,相当于 F_N 的作用,根据力的平行四边形定

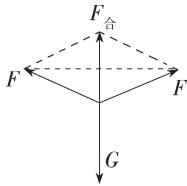
则将力 F 分解, 如图所示, 则 $F = 2F_N \sin \frac{\theta}{2}$, 所以 $F_N =$

$$\frac{F}{2 \sin \frac{\theta}{2}}$$



6. 答案 对画框受力分析, 如图所示, 画框受重力 G 、两个大小相等的细绳拉力 F 的作用处于平衡状态, 当 $F = F_{\max} = 10 \text{ N}$ 时, 对应细绳不被拉断的最小长度。两细绳拉力的合力 $F_{\text{合}} = G = 10 \text{ N}$, 所以两绳之间的夹角为 120° , 绳子的最小长度为 $L =$

$$2 \times \frac{0.5}{\cos 30^\circ} \text{ m} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m}。$$



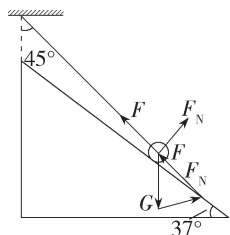
B 组

1. 答案 小球的受力情况如图所示, 根据共点力的平衡条件可知, 三个力的合力为零, 故表示三个力的有向线段构成一个封闭的矢量三角形, 将这三个力平移到一个矢量三角形中, 则有

$$\frac{F_N}{\sin 45^\circ} = \frac{F}{\sin 37^\circ} = \frac{G}{\sin 98^\circ}$$

$$\text{可得绳对小球的拉力 } F = \frac{G \sin 37^\circ}{\sin 98^\circ} = 60.6 \text{ N}$$

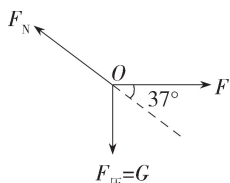
$$\text{斜面对小球的支持力 } F_N = \frac{G \sin 45^\circ}{\sin 98^\circ} = 71.4 \text{ N}$$



2. 答案 (1) 对 O 点进行受力分析, 受横梁的拉力 F 、斜梁的压力 F_N 和空调外机的压力 $F_{\text{压}} (F_{\text{压}} = G)$, 受力示意图如图所示, 根据共点力的平衡条件, 可得横梁对 O 点的拉力 $F = \frac{G}{\tan 37^\circ} =$

266.7 N,

$$\text{斜梁对 } O \text{ 点的压力 } F_N = \frac{G}{\sin 37^\circ} = 333.3 \text{ N}$$



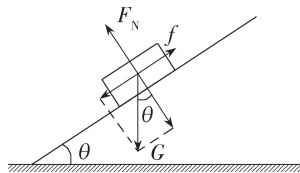
(2) 斜梁加长, 连接点 O 的位置不变, 横梁仍然水平, 此时

斜梁与横梁的夹角变大, 可知横梁对 O 点的拉力变小, 斜梁对 O 点的压力变小。

3. 答案 由胡克定律可得弹簧的弹力 $F_{\text{弹}} = k\Delta x = 400 \times 0.02 \text{ N} = 8 \text{ N}$

将 $F = 1 \text{ N}$ 的水平拉力作用在木块 B 上, $F + F_{\text{弹}} = 9 \text{ N} < \mu F_{\text{NB}} = \mu G_B = 15 \text{ N}$, 所以木块 B 静止不动, B 受到的摩擦力 $f_B = F + F_{\text{弹}} = 9 \text{ N}$; 由于施加拉力 F 后, B 静止不动, 弹簧弹力不变, 故木块 A 静止不动, A 受到的摩擦力 $f_A = F_{\text{弹}} = 8 \text{ N}$ 。

4. 答案 未施加水平推力 F 时, 木块沿斜面匀速下滑, 其受力情况如图所示:

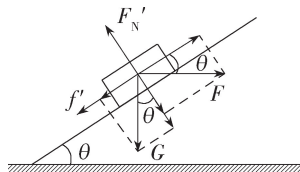


沿斜面方向有: $G \sin \theta = f$

垂直斜面方向有: $F_N = G \cos \theta$

且有 $f = \mu F_N$

对木块施加水平推力 F 后, 木块沿斜面匀速向上运动, 其受力情况如图所示:



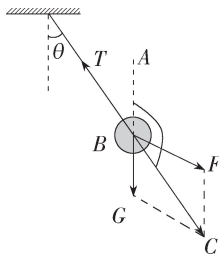
沿斜面方向有 $G \sin \theta + f' = F \cos \theta$

垂直斜面方向有 $F'_N = G \cos \theta + F \sin \theta$

且有 $f' = \mu F'_N$

$$\text{联立各式解得 } F = \frac{2G \sin \theta \cos \theta}{\cos^2 \theta - \sin^2 \theta}$$

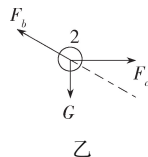
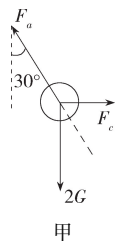
5. 答案 若三个共点力平衡, 则三个力不能处于任意一条直线的同一侧, 已知重力 G 和细线拉力 T 的方向, 可知力 F 可能的方向范围为 $\angle ABC$ 之间, 如图所示。



6. 答案 (1) 将两小球看成一个整体, 其受力情况如图甲所示,

$$\text{则 } F_a = \frac{2G}{\cos 30^\circ} = \frac{4\sqrt{3}G}{3}$$

$$F_c = 2G \tan 30^\circ = \frac{2\sqrt{3}G}{3}$$



(2) 对小球 2 进行受力分析, 如图乙所示, 则

$$F_b = \sqrt{F_c^2 + G^2} = \frac{\sqrt{21}G}{3}。$$

- 7.答案 (1)作出题述规定是保证两队对地面的压力相同,与地面间的动摩擦因数相同,手与绳子间的动摩擦因数相同;(2)拔河时人受到重力、绳子的拉力、地面的支持力和摩擦力。身体向后倾倒,跟地面的夹角很小,是为了当绳子的拉力增大时,人能保持一个稳定的状态,不至于失去平衡。

第四章 运动和力的关系

1 牛顿第一定律

◆练习与应用

- 1.答案 (1)不能。因为炸弹离开飞机后,由于惯性,仍具有离开飞机时的水平速度,故仍向前运动一段距离。
(2)地球由西向东转,人也跟地球一起由西向东运动。当人跳起后,由于惯性,人仍保持与地球相同的由西向东的速度,故人落在原地。
(3)如果不系安全带,当紧急刹车时,车虽然停下了,但人因惯性而仍然向前运动,会发生危险。系上安全带后,人虽然因惯性向前运动,但受安全带的阻力,不致发生危险。
(4)这个结论错在认为“力是维持物体运动的原因”。实际上,向上抛出的物体,获得了一个向上的初速度,由于惯性,它将保持向上运动,若不受重力,它将一直向上运动,只是由于其受重力,物体向上运动一段时间后将落下来。
- 2.答案 斜面的倾角减小至 0° 即成为水平面,小球在水平面上运动时所受合力为零,运动状态不变,将永远运动下去。
- 3.答案 正确的是(3)(4),错误的是(1)(2)。
总结:惯性是物体本身具有的保持原来运动状态不变的性质,惯性大小只跟物体的质量有关,跟其运动情况或受力情况无关。

2 实验:探究加速度与力、质量的关系

◆练习与应用

1.答案

表4 探究加速度与力的关系(条件: $m=0.36\text{ kg}$)

F/N	0.14	0.19	0.24	0.29	0.34
$a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.39	0.53		0.81	0.94

表5 探究加速度与质量的关系(条件: $F=0.29\text{ N}$)

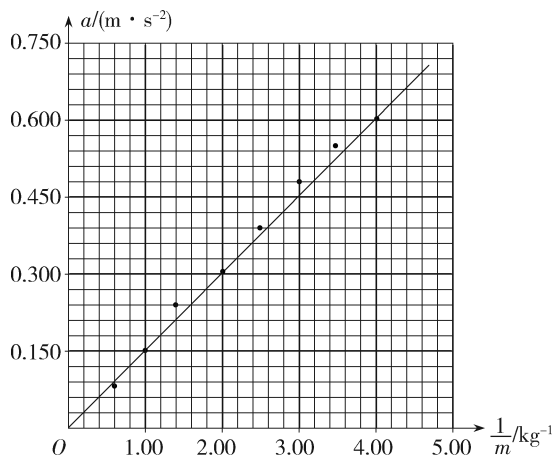
m/kg	0.86	0.61	0.41	0.36	0.31
$a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.34	0.48	0.71	0.81	

表3中应填的数据是:0.67 0.94

2.答案 (1)小车的加速度为

$$a = \frac{[(7.21+7.72)-(6.19+6.70)] \times 10^{-2}}{(2 \times 0.10)^2} \text{ m/s}^2 = 0.51 \text{ m/s}^2$$

(2)如图所示。



根据 $a-\frac{1}{m}$ 图像可以得出结论:当小车所受拉力不变时,小车的加速度与其质量成反比。

3 牛顿第二定律

◆练习与应用

- 1.答案 没有矛盾。牛顿第二定律公式 $F=ma$ 中的 F 指的是物体所受的合力,而不是其中的某一个力。我们用力提一个放在地面上很重的箱子时,箱子受到的力共有三个:手对箱子向上的拉力 F_1 、竖直向下的重力 G 以及地面对箱子向上的支持力 F_2 。如果 $F_1 < G$,则这三个力的合力 $F=0$,故箱子的加速度为零,箱子保持不动。

- 2.答案 在物体所受合力一定时, $a \propto \frac{1}{m}$, 故有 $\frac{a_Z}{a_{甲}} = \frac{m_{甲}}{m_Z}$

$$\text{得 } \frac{m_{甲}}{m_Z} = \frac{a_Z}{a_{甲}} = \frac{4.5 \text{ m/s}^2}{1.5 \text{ m/s}^2} = 3。$$

即甲车的质量是乙车的3倍。

- 3.答案 在物体的质量一定时, $a \propto F$, 故有 $\frac{a_2}{a_1} = \frac{F_2}{F_1}$ 可得

$$F_2 = \frac{a_2}{a_1} F_1 = 12 \text{ N}。$$

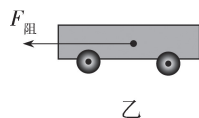
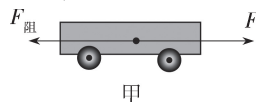
- 4.答案 根据平行四边形定则可知这两个力的合力为

$$F = 2 \times 14 \times \cos 45^\circ \text{ N} = 19.8 \text{ N}$$

$$\text{加速度的大小为 } a = \frac{F}{m} = \frac{19.8}{2} \text{ m/s}^2 = 9.9 \text{ m/s}^2$$

加速度的方向与合外力方向相同,沿两个分力的角平分线方向。

- 5.答案 车受到水平推力作用时,车在水平方向受到两个力的作用,如图甲所示,设小车运动方向为正方向,根据牛顿第二定律有 $F-F_{\text{阻}}=ma$, 则 $F_{\text{阻}}=F-ma=60\text{ N}-30 \times 1.5\text{ N}=15\text{ N}$

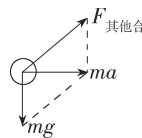


撤去推力,车在水平方向只受摩擦力作用,如图乙所示,

$$\text{则有 } -F_{\text{阻}} = ma', a' = -\frac{F_{\text{阻}}}{m} = -0.5 \text{ m/s}^2。$$

即车的加速度方向与推力的方向相反,大小为 0.5 m/s^2 。

- 6.答案 石块B随车一起运动,其加速度也是 a ,对石块B受力分析如图所示,则石块B周围与它接触的物体对石块B的作用力的合力为 $F_{\text{其他合}} = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{a^2 + g^2}$ 。



4 力学单位制

◆思考与讨论

答案 该同学运用的是单位制方法。

体积 V 的单位为 m^3 , 半径 R 的单位为 m , 高度 h 的单位为 m , 故 $\frac{1}{3}\pi R^3 h$ 的单位为 m^4 , 等号两边单位不符, 所以这个公式是错误的。

◆练习与应用

1. 答案 由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得 $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} = \frac{0 - 4^2}{2 \times 40} \text{ m/s}^2 = -0.2 \text{ m/s}^2$, 由牛顿第二定律可得 $F_f = ma = 100 \times (-0.2) \text{ N} = -20 \text{ N}$, 则自行车受到的阻力大小为 20 N , 方向与运动方向相反。

2. 答案 由 $v - v_0 = at$ 得汽车的加速度 $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 10}{2} \text{ m/s}^2 = -5 \text{ m/s}^2$, 阻力 $F = ma = 4 \times 10^3 \times (-5) \text{ N} = -2 \times 10^4 \text{ N}$, 负号表示阻力方向与运动方向相反。

3. 答案 设飞船质量为 m , 据题意有 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 即 $\frac{900 \text{ N}}{m} = \frac{0.9 \text{ m/s}}{3 \text{ s}}$, 故 $m = 3\,000 \text{ kg}$ 。

4. 答案 汽车的质量 $m = 2 \text{ t} = 2\,000 \text{ kg}$, 汽车的初速度 $v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$, 刹车后汽车的加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{-1.2 \times 10^4}{2\,000} \text{ m/s}^2 = -6 \text{ m/s}^2$ 。刹车后汽车滑行的距离 $x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 15^2}{2 \times (-6)} \text{ m} = 18.75 \text{ m}$ 。

5. 答案 由 $W = Fl$ 和 $F = ma$, 得 $W = ma \cdot l$, 代入单位运算: $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ 。

5 牛顿运动定律的应用

◆练习与应用

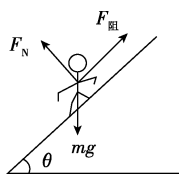
1. 答案 两个互成 60° 角、大小都是 50 N 的力的合力为 $F = 2 \times 50 \times \cos 30^\circ \text{ N} = 50\sqrt{3} \text{ N}$

$$\text{物体的加速度为 } a = \frac{F}{m} = \frac{50\sqrt{3}}{20} \text{ m/s}^2 = \frac{5}{2}\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

$$3 \text{ s 末物体的速度是 } v = at = \frac{5}{2}\sqrt{3} \times 3 \text{ m/s} = 12.99 \text{ m/s}$$

$$3 \text{ s 内物体的位移是 } x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{2}\sqrt{3} \times 3^2 \text{ m} = 19.49 \text{ m}$$

2. 答案 人在气囊上的受力如图所示, 在沿斜面方向, 由牛顿第二定律得



$$mg \sin \theta - F_f = ma$$

$$\text{其中 } \sin \theta = \frac{3.2}{6.5}, m = 60 \text{ kg}, F_f = 240 \text{ N}$$

$$\text{代入数据解得 } a = 0.92 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由运动学公式 } v^2 = 2ax \text{ 得}$$

$$v = \sqrt{2ax} = \sqrt{2 \times 0.92 \times 6.5} \text{ m/s} = 3.5 \text{ m/s}$$

3. 答案 紧急刹车后, 汽车在水平方向受摩擦力作用, 做匀减速直线运动。

$$\text{其中 } v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

由 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 得汽车在水平路面滑动时的加速度大小为

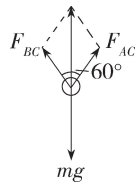
$$a = \frac{v_0^2}{2x} = \frac{15^2}{2 \times 17.2} \text{ m/s}^2 = 6.54 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由牛顿第二定律得 } f = ma$$

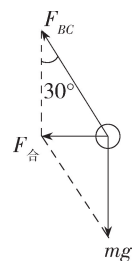
$$\text{且 } f = \mu F_N, F_N = mg$$

$$\text{故路面和轮胎之间的动摩擦因数为 } \mu = \frac{f}{F_N} = \frac{ma}{mg} = 0.654$$

4. 答案 (1) 当油桶 C 随汽车静止不动时, 油桶 C 的受力情况如图所示, 三个力的合力为 0 ; 当油桶 C 随汽车以某一加速度向左加速运动时, 水平方向有向左的加速度, 而竖直方向合力仍然为 0 , 且三个力的方向都不变, 而重力的大小也不变, 所以 A 对 C 的支持力 F_{AC} 减小, B 对 C 的支持力 F_{BC} 增大。



(2) 当汽车向左运动的加速度增大到一定值时, 桶 C 脱离 A , 此时 A 对 C 的支持力 F_{AC} 恰好为 0 , 桶 C 的受力情况如图所示:



$$\text{则 } F_{\text{合}} = mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}mg}{3}$$

$$\text{此时桶 } C \text{ 的加速度为 } a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{\sqrt{3}}{3}g, \text{ 汽车的加速度与桶 } C$$

的加速度相同, 也为 $\frac{\sqrt{3}}{3}g$ 。

6 超重与失重

◆思考与讨论

答案 力传感器上的人“站起”过程中, 先超重后失重。

◆练习与应用

1. 答案 手持饮料瓶时, 小孔有水喷出, 是因为水面高于小孔, 上部的水对下部的水产生压力, 故水喷出; 当放手让瓶自由下落时, 由于 $a = g$, 故水和瓶均处于完全失重状态, 上部的水不再对下部的水产生压力, 故水不再从小孔流出。

2. 答案 运动员下降过程中, 在弹性绳被拉直前处于完全失重状态; 从弹性绳刚拉直到弹性绳的拉力等于运动员重力过程中, 运动员处于失重状态; 从弹性绳的拉力等于运动员的重力到最后运动员减速为 0 , 运动员处于超重状态。

3. 答案 由牛顿第二定律有 $F_N - G = ma$

$$\text{其中 } a = 3.5g, G = mg = 10 \text{ N}$$

$$\text{故 } F_N = G + ma = 4.5mg = 45 \text{ N}$$

4. 答案 座舱落到离地 50 m 的位置时, 制动系统尚未启动, 人与手机自由下落, 处于完全失重状态, 故手感觉不到手机的压力; 座舱落到 15 m 的位置时, 座舱减速运动, 设初速度为 v , 减速阶段加速度大小为 a 。加速阶段位移为 x_1 , 减速阶段位移为 x_2 。由运动学规律可得

$$v^2 = 2gx_1, v^2 = 2ax_2, \text{ 其中 } x_1 = 76 \text{ m} - 28 \text{ m} = 48 \text{ m}, x_2 = 28 \text{ m}。$$

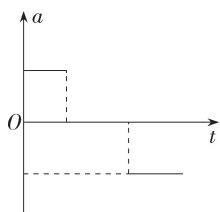
解得 $a = 17 \text{ m/s}^2$, 在离地 15 m 的位置时手机处于超重状态, 由牛顿第二定律可解得 $F = mg + ma = 0.2 \times 10 \text{ N} + 0.2 \times 17 \text{ N} = 5.4 \text{ N}$ 。

5. 答案 (1) 上升加速时 $G_1 - mg = ma$

$$\text{上升减速时 } mg - G_2 = ma$$

$$\text{联立可得 } a = \frac{G_1 - G_2}{2m}$$

(2) 电梯的 $a-t$ 图像如图所示



◆复习与提高

A 组

1. 答案 不是。物体的惯性大小只与物体的质量有关,跟物体的速度无关。汽车紧急刹车时,加速度大小不变,以较大速度行驶制动时,速度变化量大,由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,制动时间长。

2. 答案 设方向相反的两个力的大小分别为 F_1 、 F_2 。由牛顿第二定律,有 $F_1 - F_2 = ma_1$

如果与运动方向相同的力 F_1 加倍,有 $2F_1 - F_2 = ma_2$

解得 $F_1 = 2.5 \text{ N}$, $F_2 = 1 \text{ N}$

如果与运动方向相反的力 F_2 加倍,有

$2F_2 - F_1 = ma_2$

解得 $F_1 = 7 \text{ N}$, $F_2 = 5.5 \text{ N}$

3. 答案 小球刚从气球上落下时,具有与气球相同的速度,小球向上做匀减速直线运动,速度减小为 0 后,开始向下做匀加速运动。

小球向上减速时,受竖直向下的重力和阻力作用,由牛顿第二定律有 $mg + f = ma_1$

解得 $a_1 = 12 \text{ m/s}^2$

小球向上减速运动的时间 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 0.5 \text{ s}$

小球向上减速运动时上升的距离 $h_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 1.5 \text{ m}$

小球下落时,受竖直向下的重力和竖直向上的阻力作用,由牛顿第二定律有

$mg - f = ma_2$

解得 $a_2 = 8 \text{ m/s}^2$

小球下落的距离为 $h = 14.5 \text{ m} + h_1 = 16 \text{ m}$

小球下落的时间 $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{a_2}} = 2 \text{ s}$

小球从脱离气球到落回地面所用时间为 $t = t_1 + t_2 = 2.5 \text{ s}$

4. 答案 推进器工作时,飞船和空间站的加速度为

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0.05}{5} \text{ m/s}^2 = 0.01 \text{ m/s}^2$

根据牛顿第二定律,有 $F = (m_{\text{船}} + m_{\text{站}}) a$

则空间站的质量 $m_{\text{站}} = \frac{F}{a} - m_{\text{船}} = \frac{900}{0.01} \text{ kg} - 3.0 \times 10^3 \text{ kg} = 8.7 \times 10^4 \text{ kg}$

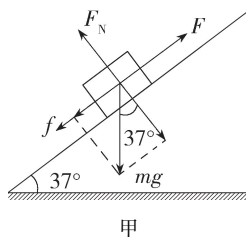
5. 答案 $\frac{F}{2m} (t_1 + t_2) = \frac{ma}{2m} (t_1 + t_2) = \frac{a}{2} (t_1 + t_2)$, 由此可知其单位是 $\text{m/s}^2 \cdot \text{s} = \text{m/s}$, 而位移 x 的单位是 m , 所以由字母表达的结果一定错误。

6. 答案 (1) 物体在斜面上运动时, 一共经历沿斜面向上的匀加速直线运动、沿斜面向上的匀减速直线运动、沿斜面向下的匀加速直线运动三个过程。

(2) 施加拉力 F 时, 物体沿斜面向上加速运动, 其受力情况如图甲所示, 由牛顿第二定律得 $F - mg \sin 37^\circ - f = ma_1$

其中 $f = \mu F_N$, $F_N = mg \cos 37^\circ$

解得 $a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2$, 方向沿斜面向上。

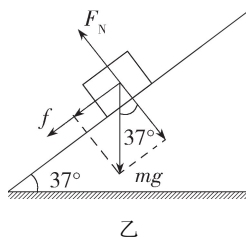


撤去拉力 F 后, 物体沿斜面向上减速运动, 其受力情况如图乙所示, 由牛顿第二定律得

$mg \sin 37^\circ + f = ma_2$

其中 $f = \mu F_N$, $F_N = mg \cos 37^\circ$

解得 $a_2 = 8.4 \text{ m/s}^2$, 方向沿斜面向下。

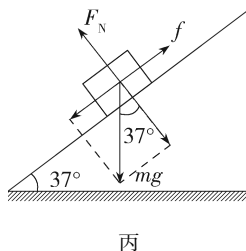


物体沿斜面向上减速为零后开始沿斜面向下运动, 其受力情况如图丙所示, 由牛顿第二定律得

$mg \sin 37^\circ - f = ma_3$

其中 $f = \mu F_N$, $F_N = mg \cos 37^\circ$

解得 $a_3 = 3.6 \text{ m/s}^2$, 方向沿斜面向下。



7. 答案 (1) 可行。两小车均做初速度为零的匀加速直线运动, 由运动学规律 $x = \frac{1}{2} at^2$ 可知, 若它们在相同时间内发生的位移分别为 x_1 、 x_2 , 则位移之比就等于加速度之比, 即 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{x_1}{x_2}$ 。

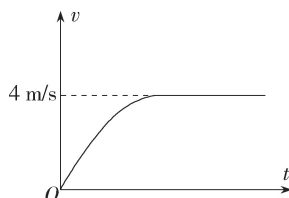
(2) 由表中数据可得到的结论是: 在误差允许的范围内, 小车质量一定时, 小车的加速度与其受到的合外力成正比;

因为在这三次实验中, 在误差允许的范围内, 都有 $\frac{F_{\text{甲}}}{F_{\text{乙}}} =$

$\frac{x_{\text{甲}}}{x_{\text{乙}}}$, 而 $\frac{a_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = \frac{x_{\text{甲}}}{x_{\text{乙}}}$, 所以 $\frac{a_{\text{甲}}}{a_{\text{乙}}} = \frac{F_{\text{甲}}}{F_{\text{乙}}}$ 。

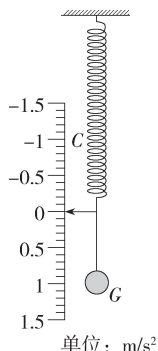
(3) 保持拉力不变, 只改变小车的质量, 记录质量改变前后的位移。

8. 答案 雨滴先加速下落, 速度变大, 所受的空气阻力变大, 加速度变小, 当雨滴受到的空气阻力与其重力相等时, 雨滴匀速下落, 此时加速度为 0。其下落的 $v-t$ 图像如图所示。

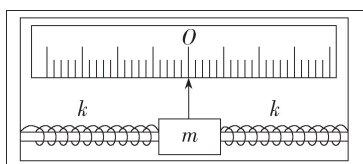


9. 答案 (1) C 位置到 0 刻度位置有两个长刻度, 相差 0.1 N, 因此, 每两个长刻度之间相差 0.05 N。1 N 的重物质量是 0.1 kg,

将其悬吊在弹簧上,弹簧的伸长越长,弹簧的拉力越大,在 0 刻度时,弹簧的拉力等于重力;在 0 刻度上方,弹簧的拉力小于重力,加速度向下;在 0 刻度下方,弹簧的拉力大于重力,加速度向上。当指针指在 C 位置时,弹簧的拉力为 0.9 N,则 $a = \frac{0.9-1}{0.1} \text{ m/s}^2 = -1 \text{ m/s}^2$,可得“竖直加速度测量仪”的标注,如图所示。



(2) 沿水平方向安装的固定光滑杆上套一质量为 m 的滑块,滑块两侧分别与劲度系数均为 k 的弹簧相连,两弹簧的另一端与固定壁相连,滑块上有指针,可通过标尺测出滑块的位移。如果指针向左偏离 O 点的距离为 s ,则这段时间内的加速度大小为 $a = \frac{F}{m} = \frac{2ks}{m}$,方向向右,指针向右偏离时同理。



B 组

1. 答案 设 A、B 两球的质量均为 m , 剪断细绳前, 以 B 为研究对象可知弹簧的弹力 $F = mg$; 以 A、B 整体为研究对象, 可知细绳的拉力为 $2mg$ 。

剪断细绳瞬间, 细绳的拉力为 0, 弹簧的弹力不变, 即仍有 $F = mg$,

根据牛顿第二定律, 对 A 有 $mg + F = ma_A$, 得 $a_A = 2g$;

对 B 有 $F - mg = ma_B$, 得 $a_B = 0$ 。

2. 答案 (1) 当 $f = \mu F_N < F_{\text{弹}}$ 时, 物块 A 向右运动。

竖直方向, 有 $mg - F_N = ma$

所以木箱的加速度 $a > g - \frac{F_{\text{弹}}}{\mu m} = 2 \text{ m/s}^2$, 方向竖直向下。

(2) 要使物体 A 相对木箱底面向右运动, 木箱只能向左运动, 当物块 A 相对木箱底面刚好向右移动时, $a = \frac{\mu mg - F}{m} = \mu g = 0.6 \text{ m/s}^2$

所以木箱的加速度 $a \geq 0.6 \text{ m/s}^2$, 方向水平向左。

3. 答案 求安全距离时应考虑极限情况下的数据, 所以要取最高车速 $v = 120 \text{ km/h} = \frac{120}{3.6} \text{ m/s} = \frac{100}{3} \text{ m/s}$ 、最长反应时间 $t = 0.6 \text{ s}$ 及最小动摩擦因数 $\mu = 0.32$ 。

根据牛顿第二定律有 $\mu mg = ma$, 得汽车刹车时的加速度大小 $a = \mu g = 3.2 \text{ m/s}^2$

反应距离 $x_1 = vt = \frac{100}{3} \times 0.6 \text{ m} = 20 \text{ m}$

制动距离 $x_2 = \frac{v^2}{2a} \approx 174 \text{ m}$

刹车距离 $x = x_1 + x_2 = 194 \text{ m}$

因此 200 m 的安全距离是必要的。

4. 答案 木箱在传送带上滑动时的加速度 $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 4 \text{ m/s}^2$

木箱从上传送带到速度与传送带速度相同所用的时间

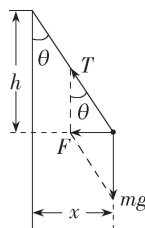
$$t = \frac{v}{a} = \frac{0.25}{4} \text{ s} = \frac{1}{16} \text{ s}$$

木箱在传送带上留下的摩擦痕迹 $x = x_{\text{带}} - x_{\text{箱}} = vt - \frac{1}{2}at^2 =$

$$\frac{1}{128} \text{ m}$$

5. 答案 测量圆珠笔到竖直扶手的水平距离 x 和圆珠笔与细绳上端的竖直距离 h 。

对圆珠笔受力分析如图所示:



其受到的合力 $F = mg \tan \theta = \frac{mgx}{h}$

由牛顿第二定律得 $a = \frac{F}{m} = \frac{x}{h}g$, 加速度的方向水平向左。

地铁的运动情况和圆珠笔相同, 加速度为 $\frac{x}{h}g$, 方向水平向左。

6. 答案 刚开始, A、B 的运动情况相同, 对 A、B 两物体整体分析, 得 $a = \frac{F_A + F_B}{m_A + m_B} = 1 \text{ m/s}^2$

A、B 两物体刚好分开时, $F_A = m_A a = 4 \text{ N}$, $F_B = m_B a = 6 \text{ N}$, 此时 $t = 2 \text{ s}$ 。

$t = 2 \text{ s}$ 以后, 物体 B 的加速度为 $a_B = \frac{F_B}{m_B} = \frac{2+2t}{6} = \frac{1+t}{3} (\text{m/s}^2)$

综上所述, $0 \sim 2 \text{ s}$, 物体 B 的加速度为 1 m/s^2 , $2 \sim 8 \text{ s}$ 内物体 B 的加速度为 $\frac{1+t}{3} (\text{m/s}^2)$

7. 答案 (1) 木块静止在铁箱后壁上, 所以

在竖直方向有 $f = m_{\text{木}} g$

又有 $f = \mu_2 F_N$

所以有 $F_N = \frac{m_{\text{木}} g}{\mu_2} = 20 \text{ N}$

由牛顿第三定律可得木块对铁箱的压力为 20 N。

(2) 对木块分析, 在水平方向有 $a = \frac{F_N}{m_{\text{木}}} = 40 \text{ m/s}^2$

对铁箱和木块整体分析, 在水平方向有 $F - \mu_1 (m_{\text{木}} + m_{\text{箱}}) g = (m_{\text{木}} + m_{\text{箱}}) a$

解得 $F = 129 \text{ N}$

(3) 撤去拉力后, 铁箱向右减速运动, 其加速度大小 $a_{\text{箱}} = \frac{\mu_1 (m_{\text{木}} + m_{\text{箱}}) g - \mu_2 m_{\text{木}} g}{m_{\text{箱}}} = 3.1 \text{ m/s}^2$

木块向右减速运动, 其加速度大小 $a_{\text{木}} = \frac{\mu_2 m_{\text{木}} g}{m_{\text{木}}} = 2.5 \text{ m/s}^2$

在 $t = 1 \text{ s}$ 的时间内,

铁箱向右运动的位移 $x_{\text{箱}} = vt - \frac{1}{2}a_{\text{箱}} t^2 = 4.45 \text{ m}$

木块向右运动的位移 $x_{\text{木}} = vt - \frac{1}{2}a_{\text{木}} t^2 = 4.75 \text{ m}$

铁箱的长度 $x = x_{\text{木}} - x_{\text{箱}} = 0.3 \text{ m}$