

牛顿第二定律的基本理解

参考答案

【答案】

1. B, C

2. B, C

3. B, C

4. B, D

5. C, D

6. A

7. A

8. C

9. B

10. (1) $a = g$

(2) $F' = \sqrt{5}mg$

11. (1) 0.5m/s^2

(2) 4m/s

(3) 4m

12. (1) 2m/s^2

(2) 10s

(3) 0.5

13. (1) $F_N = \sqrt{2}mg$, $F_{NA} = mg$;

(2) $0.2mg \leq F \leq 1.8mg$

【解析】

1. ABD选项：系统静止，根据平衡条件可知：对于B球， $F_{\text{弹}} = mg \sin \theta$ ；对于A球， $F_{\text{绳}} = F_{\text{弹}} + mg \sin \theta$ ，细线被烧断的瞬间，细线的拉力立即减为零，但弹簧的弹力不发生改变，则B球受力情况未变，瞬时加速度为零，选项AD错误，B选项正确；

C选项：对于A球，根据牛顿第二定律得： $a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$ ，即 $a = \frac{F_{\text{弹}} + mg \sin \theta}{m}$ ，化简得： $a = 2g \sin \theta$ ，方向沿斜面向下，C选项正确。

故选BC选项

2. 隔离对小球分析，小球和小车具有相同的加速度，则合力在水平方向上，合外力的方向水平向左，根据牛顿第二定律得： $a = \frac{mg \tan \theta}{m}$ ， $a = g \tan \theta$ ，方向水平向左；则小车可能向左做加速运动，也可能向右做减速运动，加速度为 $g \tan \theta$ ；所以AD选项错误，BC选项正确；

故选BC选项。

3. 设P的西侧有 x 个车厢，东侧有 y 个车厢，因不计摩擦，则向东拉时有 $F = xma$ ，向西拉时有 $F = ym \frac{2}{3}a$ ，则 $\frac{x}{y} = \frac{3}{2}$ ，车厢总数必须可以分成5的整数倍，故选项BC正确。

4. 人的加速度斜向上，将加速度分解到水平和竖直方向得：

$a_x = a \cos \theta$ ，方向水平向右； $a_y = a \sin \theta$ ，方向竖直向上，

水平方向受静摩擦力作用， $f = ma = m a \cos \theta$ ，水平向右，故A错误，B正确；

竖直方向受重力和支持力， $F_N - mg = m a \sin \theta$ ，所以 $F_N > mg$ ，故C错误，D正确。

5. 在A点下降到B点的过程中, 开始重力大于弹簧的弹力, 加速度方向向下, 物体做加速运动, 弹力在增大, 则加速度在减小, 当重力等于弹力时, 速度达到最大, 然后在运动的过程中, 弹力大于重力, 根据牛顿第二定律知, 加速度方向向上, 加速度方向与速度方向相反, 物体做减速运动, 运动的过程中弹力增大, 加速度增大, 到达最低点, 速度为零。

ABC选项: 由此可知加速度先减小后增大, 速度先增大后减小。故AB选项错误, C选项正确。

D选项: 物体从B点回到A点的过程是A点到B点过程的逆过程, 返回的过程速度先增大后减小。故D选项正确。

故选CD选项

6. 剪断细线前, 由平衡条件可知, A上端细线的拉力为 $3mg$, A、B之间细线的拉力为 $2mg$, 轻弹簧的拉力为 mg 。

在剪断细线的瞬间, 轻弹簧中拉力不变, C所受合外力为零, 所以C的加速度为0; A、B被细线拴在一起, 对A、B整体受力分析知, 受二者重力和轻弹簧向下的拉力, 由牛顿第二定律得, $3mg = 2ma$, 解得 $a = 1.5g$, 故A选项正确, BCD选项错误。

故选A选项。

7. AB选项: 在物体从A点到O点的过程中, 弹力逐渐减为零, 刚开始弹簧的弹力大于摩擦力, 合力向右, 加速度也向右, 速度也向右, 物体加速, 后来弹力小于摩擦力, 合力向左, 速度向右, 物体减速, 即物体先加速后减速, 故A选项正确, B选项错误;

C选项: 物体运动到O点时, 弹簧的弹力为零, 而滑动摩擦力不为零, 则物体所受合力不为零, 故C选项错误;

D选项: 物体从A点至O点先做加速度不断减小的加速运动, 后做加速度不断增大的减速运动, 故D选项错误。

故选A选项

8. 对重物, 设绳的拉力为 F_T , 由牛顿第二定律知: $mg - F_T = ma$, 所以, 绳的拉力为 $F_T = mg - ma$. 对人受力分析, 受重力、绳的拉力及地面的支持力而平衡, 则 $Mg = F_N + F_T$, 所以 $F_N = Mg - F_T = (M - m)g + ma$. 根据牛顿第三定律知, 人对地面的压力大小也为 $(M - m)g + ma$.

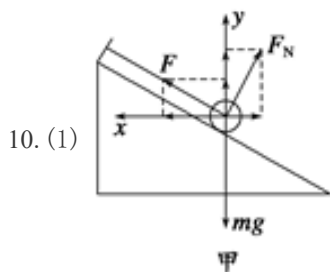
9. A选项: 因为物体加速度方向向下, 处于失重状态, 所以弹簧对物体的拉力小于物体的重力, A选项错误;

B选项: 由牛顿第二定律可得: $mg - F = ma$, 代入数据解得: $m = 1.2 \text{ kg}$, B选项正确;

C选项: 因为物体在做减速运动, 不是处于平衡状态, 所以拉力与重力不是平衡力, C选项错误;

D选项: 若拉力变成 18 N , 则合力 $F_{\text{合}} = T - mg$, 解得 $F_{\text{合}} = 6 \text{ N}$, 则 $a = \frac{F_{\text{合}}}{m}$, 解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$, 方向向上, 则物体的运动状态可能是加速向上, 也可能是减速下降, D选项错误。

故选B选项



假设滑块具有向左的加速度 a 时, 小球受重力 mg 、线的拉力 F 和斜面的支持力 F_N 作用, 倾角 $\beta = 45^\circ$, 如图甲所示。由牛顿第二定律得

$$\text{水平方向: } F \cos \beta - F_N \cos \beta = ma$$

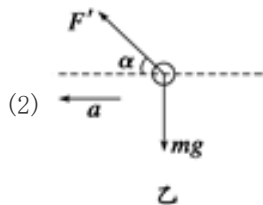
$$\text{竖直方向: } F \sin \beta + F_N \sin \beta - mg = 0$$

由上述两式解得

$$F_N = \frac{m(g-a)}{2 \sin \beta}, \quad F = \frac{m(g+a)}{2 \cos \beta}$$

由此两式可以看出，当加速度 a 增大时，球所受的支持力 F_N 减小，线的拉力 F 增大。

当 $a = g$ 时， $F_N = 0$ ，此时小球虽与斜面接触但无压力，处于临界状态，这时绳的拉力为 $F = mg$ 所以滑块至少以 $a = g$ 的加速度向左运动时小球对滑块的压力等于零。

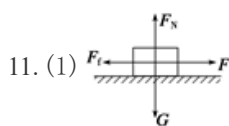


当滑块加速度 $a > g$ 时，小球将“飘”离斜面而只受线的拉力和重力的作用，如图乙所示，此时细线与水平方向间的夹角 $\alpha < 45^\circ$ 。由牛顿第二定律得

$$F' \cos \alpha = ma' \quad ①$$

$$F' \sin \alpha = mg \quad ②$$

联立①②式解得 $F' = \sqrt{5}mg$



对物体受力分析，如图所示竖直方向 $mg = F_N$

水平方向，由牛顿第二定律得 $F - \mu F_N = ma_1$

解得 $a_1 = 0.5 \text{ m/s}^2$

(2) 撤去拉力时物体的速度 $v = a_1 t$

解得 $v = 4 \text{ m/s}$

(3) 撤去拉力 F 后由牛顿第二定律得

$$-\mu mg = ma_2$$

解得 $a_2 = -\mu g = -2 \text{ m/s}^2$

由 $0 - v^2 = 2a_2 x$

解得

$$x = 4 \text{ m}$$

12. (1) 运动员做初速度为零的匀加速直线运动，

由速度-位移公式得：

$$v^2 = 2ax$$

带入数据得：

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

(2) 运动员的位移：

$$x = \frac{v}{2} t$$

则运动时间：

$$t = 10 \text{ s}$$

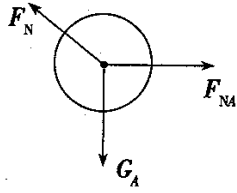
(3) 对运动员，由牛顿第二定律得：

$$mg \sin 37^\circ - \mu mg \cos 37^\circ = ma$$

带入数据得：

$$\mu = 0.5$$

13. (1) 对A物体进行受力分析，可得：



$$F_N = \frac{mg}{\sin 45^\circ}, \quad F_{NA} = \frac{mg}{\tan \theta};$$

$$\text{解得: } F_N = \sqrt{2}mg, \quad F_{NA} = mg;$$

(2) 当地面对 B 的摩擦力向右, 有 F 的最大值;

$$f = \mu(3mg + N_{AB} \cdot \sin 45^\circ) = 0.8mg, \quad f + N_{AB} \cdot \cos 45^\circ = F_{max};$$

$$\text{代入数据, 解得 } F_{max} = 1.8mg;$$

当地面对 B 的摩擦力向左, 有 F 的最小值;

$$F_{min} + f = N_{AB} \cdot \cos 45^\circ;$$

$$\text{解得 } F_{min} = 0.2mg;$$

$$\text{故 } F \text{ 的取值范围为 } 0.2mg \leq F \leq 1.8mg$$