

【知识点二】

基础篇

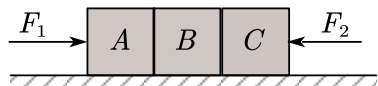
2.1 (西交习题) 三个质量相等的物体 A, B, C 紧靠在一起, 置于光滑水平面上, 如图所示。若 A, C 分别受到水平力 $F_1, F_2 (F_1 > F_2)$ 的作用, 则 A 对 B 的作用力大小为: ()

A. $\frac{2}{3}F_1 + \frac{1}{3}F_2$

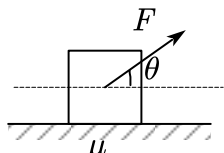
B. $\frac{2}{3}F_1 - \frac{1}{3}F_2$

C. $\frac{1}{3}F_1 + \frac{2}{3}F_2$

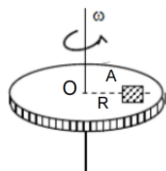
D. $\frac{1}{3}F_1 - \frac{2}{3}F_2$



习题 2.1 图



习题 2.2 图



习题 2.3 图

2.2 (清华习题) 水平地面上放一物体 A , 它与地面间的滑动摩擦系数为 μ 。现加一恒力如图所示。欲使物体 A 有最大加速度, 则恒力与水平方向夹角应满足: ()

A. $\sin \theta = \mu$

B. $\cos \theta = \mu$

C. $\tan \theta = \mu$

D. $\cot \theta = \mu$

2.3 (川大 2012) 在作匀速转动的水平转台上, 与转轴相距 R 处有一体积很小的工件 A , 如图所示, 设工件与转台间静摩擦系数为 μ , 若使工件在台上无滑动, 则转台的角速度 ω 应该满足: ()

A. $\omega \leq \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$

B. $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu g}{2R}}$

C. $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu g}{R}}$

D. $\omega \leq 2\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$

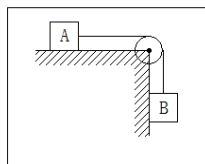
2.4 (华科 2014) 如图所示, 系统置于以 $\frac{g}{2}$ 加速度上升的升降机内, A, B 两物块质量均为 m , A 所在桌面是水平的, 绳子和定滑轮质量忽略不计 (设重力加速度为 g)。忽略一切摩擦, 则绳中张力为: ()

A. mg

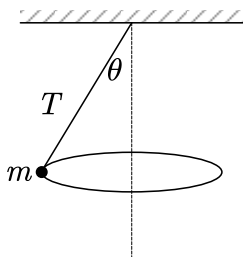
B. $\frac{1}{2}mg$

C. $2mg$

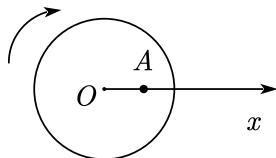
D. $\frac{3}{4}mg$



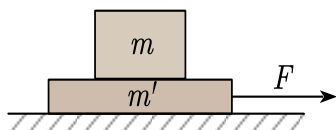
习题 2.4 图



习题 2.5 图



习题 2.6 图



习题 2.8 图

2.6 (华科 2015) 一个表面光滑的均匀圆盘, 在水平面内绕过圆心的竖直轴转动, 角速度为 ω , 上图为其俯视图, 若在盘面上离圆心处距离为 r 处, 轻轻放上质量为 m 的光滑小圆球 (看成质点), 则小球相对于地面参考系受力平衡而静止。但在圆盘参考系内 (取沿半径向外为 x 轴正向), 小球所受的科里奥利力为 _____; 惯性离

心力为_____。

2.7 (武大习题) 质量为 m 的物体, 由地面以初速 v_0 竖直向上发射, 物体受到的空气阻力为 $f = kv$ 。试求:

(1) 物体发射到最大高度所需的时间; (2) 物体所能达到的最大的高度。

2.8 (西交习题) 桌上有一质量为 $m' = 1 \text{ kg}$ 的板, 板上放一质量 $m = 2 \text{ kg}$ 的物体, 物体和板之间、板和桌面之间的滑动摩擦因数均为 $\mu = 0.25$, 静摩擦因数均为 $\mu_0 = 0.3$, 以水平力 F 作用于板上, 如图所示。

(1) 若物体与板一起以 $a = 1 \text{ m/s}^2$ 的加速度运动, 试计算物体与板以及板与桌面之间相互作用的摩擦力;

(2) 若欲使板从物体下抽出, 问力 F 至少要多大?

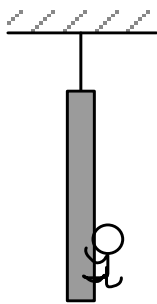
提高篇

2.9 (清华习题) 一只质量为 m 的小猴, 原来抓住一根用绳吊在天花板上的质量为 M 的直杆, 悬线突然断开, 小猴则沿杆子竖直向上爬以保持它离地面的高度不变, 此时直杆下落的加速度为 ()

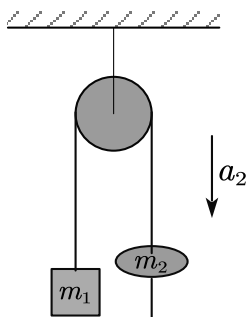
- A. $\frac{m}{M}g$ B. $\frac{M+m}{M}g$ C. $\frac{M+m}{M-m}g$ D. $\frac{M-m}{M}g$

2.10 (武大习题) 如图所示, 一条轻绳跨过一个轻质滑轮 (滑轮与轴间摩擦可忽略), 当绳的一端挂一个质量为 m_1 的物体, 在另一端穿过一个质量为 m_2 的圆环, 求: 当圆环相对于绳以恒定加速度 a_2 沿绳向下滑动时候, 物体和圆环相对地面的加速度各是多少? 圆环与绳间摩擦力多大?

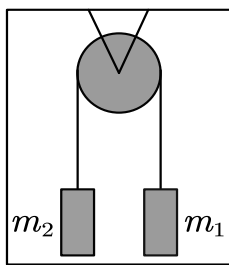
2.11 (华科习题) 如图所示, 一根绳子跨过电梯内的定滑轮, 两端悬挂质量不等的物体, $m_1 > m_2$ 。滑轮和绳子的质量忽略不计。求当电梯以加速度 a 上升时候, 绳的张力和 m_1 相对电梯的加速度 a_r 。



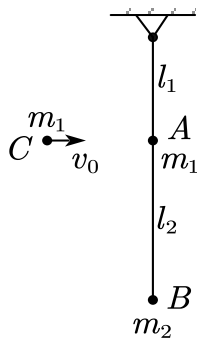
习题 2.9 图



习题 2.10 图



习题 2.11 图



习题 2.12 图

2.12* 一双摆系统由摆长分别为 l_1 和 l_2 的不可伸长的轻绳和质量分别为 m_1 和 m_2 的两个小球 A 、 B 组成, 并处于竖直平衡位置, 如图所示。现有质量同为 m_1 的 C 小球以水平速度 v_0 与 A 球相碰, 碰撞是弹性的。求 C 、 A 两球碰后瞬间两端绳中的张力 T_1 、 T_2 。

【知识点二参考答案】

基础篇

2.1 【正解】A

【解析】整体受力分析: $a = \frac{F_1 - F_2}{3m}$, 对 A: $F_1 - F_{BA} = m \frac{F_1 - F_2}{3m} = \frac{1}{3}(F_1 - F_2)$,

$$\Rightarrow F_{BA} = \frac{2}{3}F_1 + \frac{1}{3}F_2, \text{ 再结合牛顿第三定律可知: } F_{AB} = \frac{2}{3}F_1 + \frac{1}{3}F_2.$$

2.2 【正解】C

【解析】要使 A 有最大加速度, 则 A 受力必须最大, 对 A 受力分析:

$$F_{\text{合}} = F \cos \theta - \mu(mg - F \sin \theta) = \sqrt{\mu^2 + 1} F \sin(\varphi + \theta) - \mu mg, \text{ 其中 } \cot \varphi = \mu, \text{ 则只需}$$

$$\sin(\varphi + \theta) = 1, \text{ 即 } \varphi + \theta = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} - \varphi, \text{ 所以 } \tan \theta = \mu.$$

2.3 【正解】A

【解析】角速度最大时, 此时恰好由最大静摩擦力来提供向心力, $\mu mg = m\omega^2 R \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{R}}$, A 正确。

2.4 【正解】D

【解析】利用惯性系来解题, 在升降机系内: A, B 都受到一个向下的惯性力 ma , 此时对 A, B 整体分析:

$$F_{\text{合}} = F_{\text{惯}} + m_B g = \frac{3}{2}mg, \text{ 方向向下, 所以 } a = \frac{3}{4}g, \text{ 对 A 受力分析可知: } F_{\text{合}} = ma = \frac{3}{4}mg.$$

2.5 【正解】 $\frac{mg}{\cos \theta} \quad \sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}} \sin \theta$

【解析】在竖直方向受力分析: $T \cos \theta = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos \theta}$,

$$\text{在水平方向上: } T \sin \theta = \frac{mv^2}{r} = \frac{mv^2}{l \sin \theta} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}} \sin \theta.$$

2.6 【正解】 $2m\omega^2 r \quad m\omega^2 r$

【解析】 $F = 2m\vec{v} \times \vec{\omega} = 2m\omega^2 r$, $F_{\text{离心}} = ma = m\omega^2 r$

2.7 【解析】(1) 在最大高度处, 速度为 0, 对物体受力分析:

$$F_{\text{合}} = mg + f = mg + kv = ma = -m \frac{dv}{dt}$$

$$\text{其中, 负号因为物体做的是减速运动, 所以 } dt = - \frac{dv}{g + \frac{k}{m}v}$$

$$\text{积分并结合初值条件得 } t = \frac{m}{k} \ln \frac{mg + kv_0}{mg + kv}, \text{ 所以 } t = \frac{m}{k} \ln \frac{mg + kv_0}{mg}$$

$$(2) \text{ 根据题意: } mg + kv = -m \frac{dv}{dt}, \quad gdt + \frac{k}{m}vdt = -dv$$

$$\text{积分可得: } gt + \frac{k}{m}x = v_0 \Rightarrow x = \frac{m}{k} \left(v_0 - \frac{mg}{k} \ln \frac{mg + kv_0}{mg} \right).$$

2.8 【解析】(1) 此时物体和板之间无相对滑动, 所以是静摩擦力, 且静摩擦力提供加速度,

对物体受力分析: $f = ma = 2N$

板和桌面之间: 将物体和板看做一个整体, $f = \mu(m' + m)g = 7.5N$

$$(2) m \text{ 所能达到的最大加速度就是最大静摩擦力所提供的加速度: } a = \frac{\mu_0 mg}{m} = \mu_0 g = 3 \text{ m/s}^2$$

对板来分析: $F - f_1 - f_2 = F - \mu_0 mg - \mu(m + m')g = m'a$, 所以 $F = 16.5 \text{ N}$

提高篇

2.9 【正解】B

【解析】此时猴子依然受力平衡, 受到杆给他的向上的 mg ,

对杆: $F = mg + Mg = Ma$, 所以 $a = \frac{M+m}{M}g$ 。

2.10 【解析】设物体相对地面的加速度是 a_1 , 方向向上, 圆环相对地面的加速度是 a , 方向向下。

对圆环: $m_2g - T = m_2a$, 对物体: $T - m_1g = m_1a_1$, 且 $a_1 + a = a$,

得到:

$$a_1 = \frac{(m_2 - m_1)g - m_2a}{m_1 + m_2}, \text{ 如果是负的, 说明方向向下;}$$

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g + m_1a_1}{m_1 + m_2}, \text{ 如果是负的, 方向向上;}$$

$$f = \frac{2m_1m_2g - m_1m_2a}{m_1 + m_2}。$$

2.11 【解析】设绳子的张力为 T , 以电梯为参考系, 两物体分别受到向下的 m_1a, m_2a 的力。

对 1 物体: $m_1g + m_1a - T = m_1a_r$, 对 2 物体: $T - m_2g - m_2a = m_2a_r$

$$\text{得到: } a_r = \frac{(m_1 - m_2)(g + a)}{m_1 + m_2}, \quad T = \frac{2m_1m_2(g + a)}{m_1 + m_2}$$

2.12* 【解析】碰撞瞬间: $\begin{cases} m_1v_0 = m_1v_1 + m_1v_2 \\ \frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_1v_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = 0 \\ v_2 = v_0 \end{cases}$

$$\text{对 A: } T_1 - T_2 - m_1g = m_1 \frac{v_0^2}{l_1}$$

$$\text{对 B: 以 A 为参考系 (非惯性系), 则 } T_2 - m_2g - m_2 \frac{v_0^2}{l_1} = m_2 \frac{v_0^2}{l_2}$$

$$\text{所以 } \begin{cases} T_1 = (m_1 + m_2)g + (m_1 + m_2) \frac{v_0^2}{l_1} + m_2 \frac{v_0^2}{l_2} \\ T_2 = m_2g + m_2 \frac{v_0^2}{l_1} + m_2 \frac{v_0^2}{l_2} \end{cases}$$