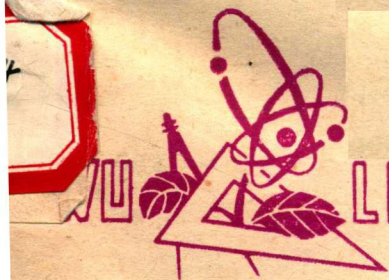


物理题解精选



LITI JIE JING XUAN

南通师范专科学校物理科

前 言

为了实现我国新时期的总任务，提高整个中华民族的科学文化水平，我们参照全国高等学校招生考试复习大纲的要求编写了“物理题解精选”一书。编写时，考虑到广大读者的要求，除编写大纲中规定的基本内容外，还适当地增加了部分参考材料，提供了一些略为丰富和深入的知识。特别是着重进行了题意分析与问题拓展的讨论，并对各题中容易产生的错误进行了比较详尽的分析与解剖，从而对加强读者的基本训练，培养读者分析问题解决问题的能力有一定的帮助。

本书共精选了一百零三题，主要供在校学生及知识青年学习参考之用，也可作为中学物理教师的教学参考资料。由于时间匆促，书中难免有错误和缺点，殷切地希望广大读者批评指正。

本书在编印过程中得到南通地区机关印刷厂的大力支持，在此表示感谢。

南通师范专科学校物理科编

1. 有一重60千克的人爬绳，绳的一端被人用手抓住，绳的另一端穿过定滑轮而结在人的身上，（设：绳为不可伸长，绳和滑轮的质量以及滑轮与滑轮轴之间的摩擦可忽略不计。）问人拉绳匀速上爬，需用多大的力拉绳？

【分析】：

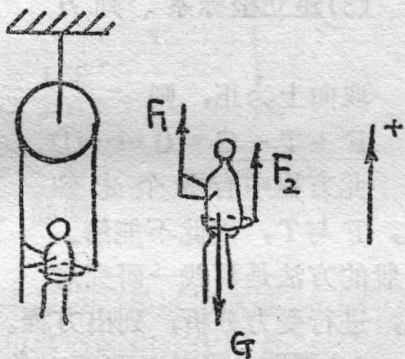
人用力拉绳匀速上爬，匀速运动状态也是一种平衡状态，因此可用物体的平衡条件来解。

【解】：

(1) 确定研究对象：人。

(2) 对研究对象进行受力分析：

重力 G ， F_1 （绳的一端对人的拉力，它与人拉绳的力为一对作用与反作用力。）， F_2 （绳的另一端对人的拉力）。



图(1)

(3) 建立坐标系，列方程：

取向上方向为正，

则：由平衡条件 $\sum F_{\text{外}} = 0$

即 $F_1 + F_2 - G = 0$

【又】 $F_1 = F_2$

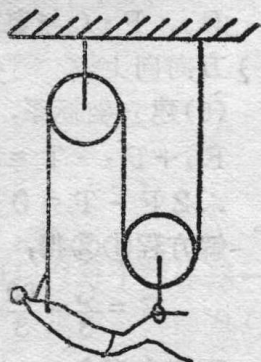
$\therefore 2F_1 - G = 0$

$$F_1 = \frac{G}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ (千克)}$$

答：人上爬的拉力为30千克。

【讨论】：

若人匀速上爬一滑轮组（如图）



图(2)

其它条件不变。

求：人上爬的拉力 $F = ?$

解：方法（一）

(1) 取人为研究对象。

(2) 受力分析：

G （重力）， F （手处绳对人的拉力）， T （腿处对人的拉力）

(3) 建立坐标系、列方程：

取向上为正，则

$$F + T - G = 0 \dots\dots ①$$

此方程中有两个未知量， F 与 T ，因此不能解。

一般的方法是再找一研究对象，进行受力分析，列出方程。

(4) 再取动滑轮为研究对象。

(5) 受力分析

T （与腿相连的绳拉动滑轮的力），方向向下

F_1, F_2 （与定滑轮相连和与天花板相连的绳拉动滑轮的力）方向向上。

(6) 建立坐标系，列方程：

$$F_1 + F_2 - T = 0; \text{ 又 } F_1 = F_2 = F$$

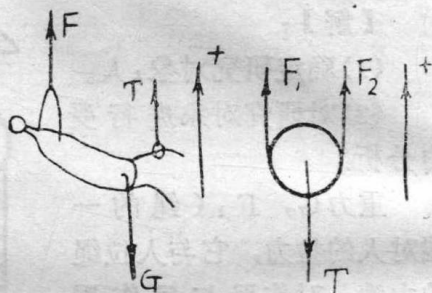
$$\therefore 2F - T = 0 \dots\dots ②$$

解方程①②得：

$$F = \frac{G}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ (千克)}$$

方法（二）

①取人和动滑轮为研究对象。



图(3)

②对研究对象进行受力分析:

F 、 F 、 F 、 G 如图(4)

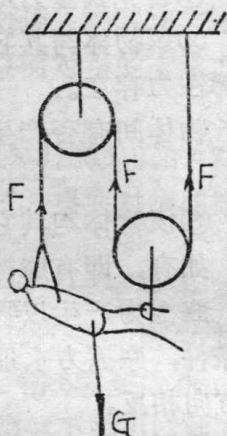
③建立坐标系, 列方程:

取向上为正,

$$3F - G = 0$$

$$\therefore F = \frac{G}{3} = 20(\text{千克})$$

答: 人上爬的拉力为20千克。

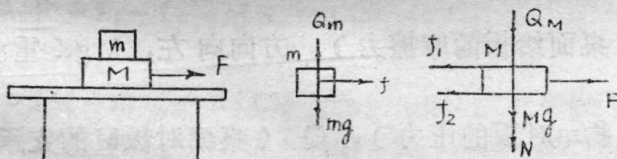


图(4)

2.水平桌面上有一质量 $M = 1$ 千克的板, 板上放一质量 $m = 2$ 千克的物体。物体和板之间, 板和桌面之间的滑动摩擦系数均为 $\mu = 0.25$, 静摩擦系数均为 $\mu' = 0.30$ 。

①今以水平力 F 拉板, 物体与板一起以加速度 $a = 1$ 米/秒²运动, 计算物体和板, 以及板和桌面的相互作用力。

②若要使板从物体下抽出, 须用的力 F 要加到多少?



图(5)

【分析】:

两个物体之间的相互作用力。我们可以对每个物体逐一进行受力分析, 而每个物体受的力又不外乎: 重力、弹性力(压力, 支承力, 张力均为弹性力)、摩擦力。

受力分析的一般过程:

①首先找重力（容易漏掉）

②该物体与其它物体是否接触，是否产生形变，如有，即有弹性力存在。

物体间有否产生弹性力，相互接触是前提，产生形变是条件。

③该物体与其它物体是否接触，是否有相对滑动或滑动趋势，如有，即有摩擦力。

摩擦力产生以物体相互接触为前提，相对滑动或滑动趋势为条件，摩擦力永远阻碍相对运动的发生，其方向与相对运动的方向相反。

根据对物体受力分析的一般方法和过程进行解题。

【解】：

(1)对物体 m 进行受力分析：

mg （重力），方向向下， Q_m （板 M 对物 m 的支承力），方向向上， f_1 （板 M 给物 m 的摩擦力），方向向右。

对板 M 进行受力分析：

F （拉力），方向向右， f_1 （物 m 给板 M 的摩擦力），方向向左，

f_2 （桌面给板的摩擦力），方向向左， Mg （重力），方向向下，

N （物 m 对板的压力）， Q_M （桌面对板 M 的支承力）。

∴物体和板之间的相互作用力：

即物体对板的压力和板对物体的支承力为 $2 \times 9.8 = 19.6$ （牛顿），物体对板的压力方向垂直向下，板对物体的支承力方向垂直向上。

物体与板之间的摩擦力 $f_1 = ma = 2 \times 1 = 2$ （牛顿），物体对板的摩擦力方向水平向左，板对物体的摩擦力方向水平向右。

板和桌面间的相互作用力，

即板对桌面的压力和桌面对板的支承力均为 $3 \times 9.8 = 29.4$ (牛顿)。板对桌面的压力方向垂直向下，桌面对板的支承力方向垂直向上。

板与桌面之间的滑动摩擦力为 $f_2 = 3 \times 0.25 \times 9.8 = 7.35$ (牛顿)。板对桌面的摩擦力方向水平向右，桌面对板的摩擦力方向水平向左。

(2) 根据以上分析可知，以水平力 F 拉板，物体与板可以一起作加速运动，当 F 加大， a 也增大。但当使物 m 产生加速度的力超过 m 与板之间的最大静摩擦力时，物 m 将要滑动，不再跟随板一起向前运动，所以用力把板从物体下抽出，此力 F 必须要克服物体与板之间的静摩擦力及板和桌面之间的滑动摩擦力以及使物体 m 产生加速度的力（相当于物与板之间的最大静摩擦力）

∴ 可列出下列方程：

$$\begin{cases} f_1 = m a & \text{即 } \mu' mg = m a \dots\dots ① \end{cases}$$

$$\begin{cases} f_2 = \mu (M + m) g \dots\dots ② \end{cases}$$

$$\begin{cases} F - f_1 - f_2 = M a \dots\dots ③ \end{cases}$$

解方程组得：

$$F = \mu (M + m) g + \mu' (M + m) g = 16.17 \text{ (牛顿)}$$

∴ F 必须大于 16.17 牛顿，才能把板从物体下抽出。

【讨论】：

(一) 解题中可能出现的错误：

(1) 物 m 所受到的板的摩擦力的方向很可能分析是向左的，因为考虑到板受的力 F 是向右的，板是向右运动的，而物 m 有保持不动的惯性，这样物 m 相对于板是向左运动的，所以受的摩擦力的方向应是向右的。

(2) 静摩擦力是一个变力，它是随外力的增大而增大的，

当外力增加到一定数值时，物体将动而未动，静摩擦力达到最大值，因此，在算物体与板之间的静摩擦力时，很可能错用

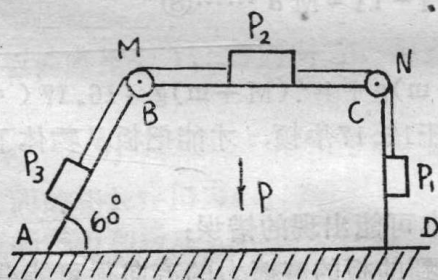
$f_{max} = \mu' mg = 0.3 \times 2 \times 9.8 = 5.88$ (牛顿) 来算，而不用与外力相平衡的力 f_{max}

$f = ma = 2 \times 1 = 2$ (牛顿) 来作为物体与板之间的静摩擦力。

(3) 计算把板从物体下抽出的力时，就简单地设想只要克服物 m 与板及板与桌面之间的最大静摩擦力之和，而没有象以上那样考虑来解。

(二) 若用水平力 F 拉板，物与板一起作匀速运动或一起静止不动，则物与板之间是没有摩擦力的。

3. 三个重物 $P_1 = 20$ 千克， $P_2 = 15$ 千克， $P_3 = 10$ 千克，由一绕过两个定滑轮 M 和 N 的绳子相连接，如图所示。当重物 P_1 下降时，重物 P_2 在四角截头锥 $ABCD$ 的上面向右移动，而重物 P_3 则沿侧面 AB 上升。截头锥重 $P = 100$ 千克。如各接触面间的摩擦系数为 μ ，求：当重物 P_1 匀速下降时，截头锥对地面的作用力多大？并画出各物的受力图。



图(6)

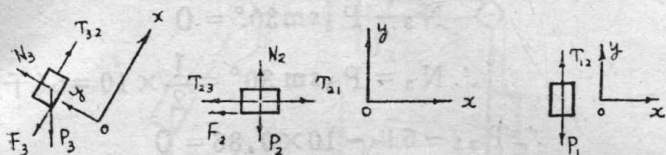
【解】：

1. 受力分析：

① P_3 物:

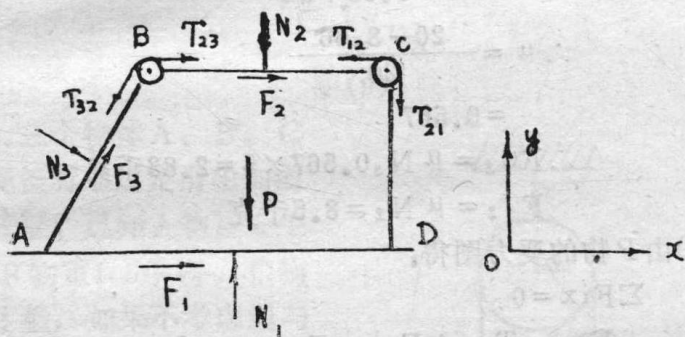
② P_2 物:

③ P_1 物:



④ P 物:

图(7)



图(8)

2. 建立平衡方程

① 由 P_1 物的受力图得:

$$T_{12} = P_1 = 20 \text{ 千克} \quad (1)$$

② 由 P_2 物的受力图得:

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 \quad T_{12} - T_{23} - F_{f2} &= 0 \\ \therefore T_{23} = T_{12} - F_{f2} &= 20 - \mu N_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_{iy} = 0 \quad N_2 = P_2 &= 15 \text{ 千克} \\ \therefore T_{23} = 20 - 15\mu & \quad (2) \end{aligned}$$

③ 由 P_3 物的受力图得:

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 \\ T_{32} - F_{f3} - P_3 \cos 30^\circ &= 0 \\ \therefore T_{32} - \mu N_3 - P_3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} &= 0 \end{aligned}$$

$$\Sigma F_{jh} = 0$$

$$N_3 - P_3 \sin 30^\circ = 0$$

$$\therefore N_3 = P_3 \sin 30^\circ = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{ (千克)}$$

$$\therefore T_{32} - 5\mu - 10 \times 0.86 = 0$$

$$\therefore T_{32} = 8.66 + 5\mu \quad \text{代入②}$$

$$\text{得: } 20 - 15\mu = 8.66 + 5\mu$$

$$\therefore \mu = \frac{20 - 8.66}{20}$$

$$= 0.567$$

$$\therefore F_{f3} = \mu N_3 = 0.567 \times 5 = 2.83 \text{ 千克}$$

$$F_{f2} = \mu N_2 = 8.5 \text{ 千克}$$

④由P物的受力图得:

$$\Sigma F_{ix} = 0$$

$$T_{23} + F_{f2} - T_{12} + F_{f1} - T_{32} \cos 60^\circ + F_{f3} \cos 60^\circ + N_3 \cos 30^\circ = 0$$

$$\text{将: } T_{23} = 8.66 + 5f = 11.5 \text{ 千克}$$

代入上式

$$T_{12} = 20 \text{ 千克}$$

$$\text{得: } F_{f1} = 0$$

$$\Sigma F_{iy} = 0$$

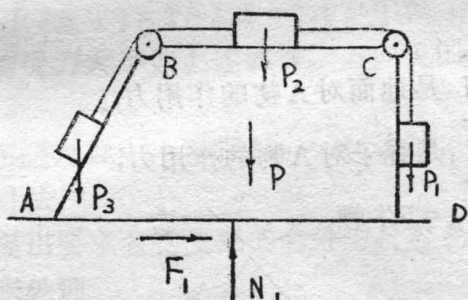
$$N_1 - P - T_{21} - N_2 - T_{32} \cos 30^\circ - N_3 \sin 30^\circ + F_{f3} \sin 60^\circ = 0$$

$$\therefore N_1 = P + T_{21} + N_2 + T_{32} \cos 30^\circ + N_3 \sin 30^\circ - F_{f3} \sin 60^\circ = 145 \text{ 千克}$$

另法: 画整体受力图得平衡方程:

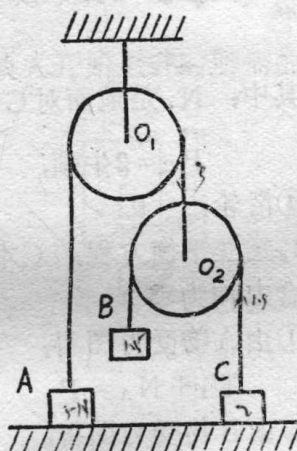
$$\text{由 } \Sigma F_{ix} = 0 \quad F_{f1} = 0$$

$$\Sigma F_{iy} = 0 \quad N_1 = 145 \text{ 千克}$$



图(9)

4. 三个物体A、B、C用细绳栓着通过定滑轮如图那样放置。已知A物重5牛顿，B物重1.5牛顿，C物重2牛顿，如果不考虑绳与滑轮的重力，试分析三个物体分别受到几个力的作用？各力多大？方向如何？每个物体受到的合力是多大？并画出受力图。



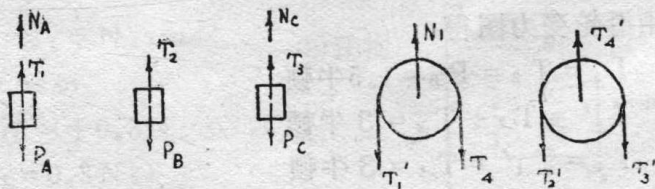
图(10)

【解】：

1. 受力分析：

① A物 ② B物 ③ C物

④ 滑轮



图(11)

① A 物

其中: $\begin{matrix} \rightarrow \\ N_A \end{matrix}$ 是地面对 A 物的作用力,
 $\begin{matrix} \rightarrow \\ T_1 \end{matrix}$ 是绳子对 A 物的作用力,
 $\begin{matrix} \rightarrow \\ P_A \end{matrix}$ = 5 牛顿,

② B 物

其中: $\begin{matrix} \rightarrow \\ T_2 \end{matrix}$ 是绳对 B 物作用力,
 $\begin{matrix} \rightarrow \\ P_B \end{matrix}$ = 1.5 牛顿

③ C 物

其中: $\begin{matrix} \rightarrow \\ N_C \end{matrix}$ 是地面对 C 物作用力,
 $\begin{matrix} \rightarrow \\ P_C \end{matrix}$ = 2 牛顿,

④ 滑轮:

2. 建立平衡方程: (本题属于物体平衡问题, 所以三物各所受合力均为零)

① 由 A 物受力图得:

$$T_1 + N_A = P_A \quad (1)$$

② 由 B 物受力图得:

$$T_2 = P_B \quad (2)$$

③ 由 C 物受力图得:

$$T_3 + N_C = P_C \quad (3)$$

④ 由滑轮受力图得:

$$T_3 = T_2 = P_B = 1.5 \text{ 牛顿}$$

$$T_4' = T_2 + T_3 = 3 \text{ 牛顿}$$

$$T_4 = T_1' = T_1 = 3 \text{ 牛顿}$$

将上述值代入(1)、(3)式得

$$N_A = P_A - T_1 = 5 - 3 = 2 \text{ (牛顿)}$$

$$N_C = P_C - T_3 = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ (牛顿)}$$

【答】三物受力大小如上述解答，方向见图

【讨论】

①本题在解题过程中，易把 N_C 、 N_A 丢掉，造成 $T_1 = P_A$ 等错误解法

②问题中提出要求各物受到的合外力，容易把平衡问题当作不平衡问题来处理

③为避免上述错误，关键在分析各物受力时，不能随便增加一个力或丢掉一个力，画一个力必须有一个施力物体。

5. 求欲使重 $Q = 1000$ 千克的物块 A 开始上升时所需的水平力 P ，各接触面的摩擦系数为 0.30，B 楔的重量不计。

【解】：

1. 受力分析：(如图)

① A 物

② B 物

2. 建立平衡方程：

① A 物

由 $\sum F_{ix} = 0$ 得：

$$-F_{f2} \cos \alpha - N_2 \sin \alpha$$

$$+ N_1 = 0$$

$$\therefore N_1 = N_2 \sin \alpha$$

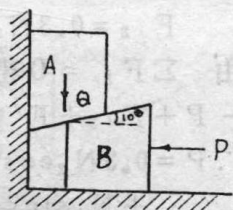
$$+ F_{f2} \cos \alpha$$

$$= N_2 \sin \alpha + 0.3 N_2 \cos \alpha$$

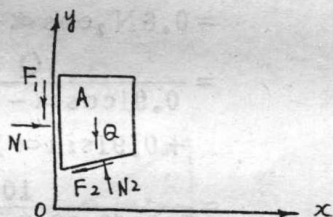
$$(\therefore F_{f2} = 0.3 N_2)$$

$$\therefore F_{f1} = 0.3 N_1 = 0.3$$

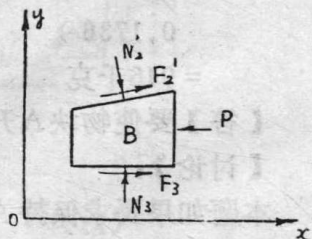
$$(N_2 \sin \alpha + 0.3 N_2 \cos \alpha)$$



① A 物



② B 物



图(12)

由 $\Sigma F_{iy} = 0$ 得:

$$-F_{f1} - Q + N_2 \cos \alpha - F_{f2} \sin \alpha = 0$$

$$\therefore Q = -0.3(N_2 \sin \alpha + 0.3N_2 \cos \alpha) + N_2 \cos \alpha - 0.3N_2 \sin \alpha$$

$$\begin{aligned}\therefore N_2 &= \frac{Q}{-0.3 \sin \alpha - 0.09 \cos \alpha + \cos \alpha - 0.3 \sin \alpha} \\ &= \frac{Q}{0.91 \cos \alpha - 0.6 \sin \alpha}\end{aligned}$$

② B 物

由 $\Sigma F_{iy} = 0$

$$\text{得: } N_3 - N_2' \cos \alpha + F_{f2} \sin \alpha = 0$$

$$\therefore N_3 = N_2 \cos \alpha - 0.3N_2 \sin \alpha$$

$$F_{f3} = 0.3N_3 = 0.3N_2 \cos \alpha - 0.09N_2 \sin \alpha$$

由 $\Sigma F_{ix} = 0$ 得:

$$-P + F_{f3} + F_{f2}' \cos \alpha + N_2' \sin \alpha = 0$$

$$\begin{aligned}\therefore P &= 0.3N_2 \cos \alpha - 0.09N_2 \sin \alpha + 0.3N_2 \cos \alpha \\ &\quad + N_2 \sin \alpha \\ &= 0.6N_2 \cos \alpha + 0.91N_2 \sin \alpha \\ &= \frac{Q}{0.91 \cos \alpha - 0.6 \sin \alpha} \times (0.6 \cos \alpha \\ &\quad + 0.91 \sin \alpha)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{1000}{0.9 \times 0.9848 - 0.6 \times 0.1736} (0.6 \times 0.9848 + 0.9 \times \\ &\quad 0.1736) \\ &= 946 \text{ 千克}\end{aligned}$$

【答】要使物块 A 开始上升需要水平力 $P = 946$ 千克

【讨论】:

本题如果要求保持 A 块平衡时, 水平力 P 应多大时, 受力分析同上, 不同的地方就是摩擦力 $F_{f5} = 0.3N$, 因为静摩擦力只

当达到最大摩擦力时, 才有 $F_f = 0.3 \text{ N}$ 式, 因此水平力 P 不是一个定值, 是有一定范围, 所以要求水平力 P 多大时, 可分为二种情况求解, 即把 A 物将开始向上运动时, 求出 $P = P_{\text{MAX}}$ (同上面的解答) 和 A 物将要开始下滑时, 可求出另一值 $P = P_{\text{min}}$ (解法同上), 所以保持 A 物平衡的水平力 P 应为

$$P_{\text{min}} \leq P \leq P_{\text{max}}$$

6. 有质量为 M 的光滑楔, 它的斜面与水平成 θ 角, 置于光滑的水平桌面上, 质量为 m 的光滑物体放在楔的光滑斜面上, 如图, 求:

(1) 物体 M 对地的加速度 a_1 。

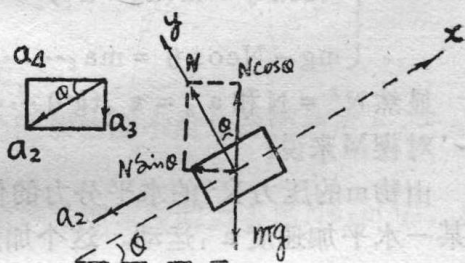
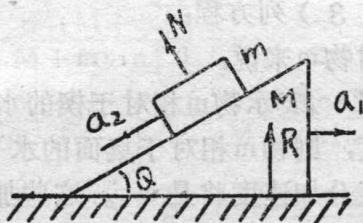
(2) 物体 m 对 M 的加速度 a_2 。

(3) 物体与楔之间的正压力 N 。

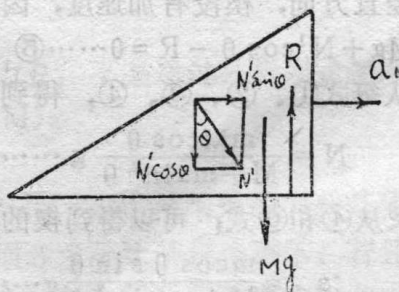
(4) 楔与桌面之间的正压力 R 。

【分析】:

因接触都是光滑的, 物体 m 将沿楔 M 的光滑斜面下滑, 则楔 M 和物 m 在 N' 的作用下沿光滑水平桌面向右加速运动。



(13)



(14)

【解】：

(1) 确定研究对象：

用分隔物体法，分别取 m 和 M 为研究对象。

(2) 受力分析：

对物 m ： mg 、 N （如图13）

对楔 M ： Mg 、 N' 、 R （如图14）

(3) 列方程：

对物 m 来说：

用 a_4 表示物 m 相对于楔的水平分加速度， a_3 表示竖直分加速度，则物 m 相对于桌面的水平分加速度将是 $(a_4 - a_1)$ ，而竖直分加速度将是 a_3 。这些加速度由下列的等式来决定：

$$\begin{cases} N \sin \theta = m(a_4 - a_1) \cdots \cdots ① \\ \end{cases}$$

$$\begin{cases} mg - N \cos \theta = ma_3 \cdots \cdots ② \\ \end{cases}$$

显然 $N' = N$ 和 $a_3 = a_4 \tan \theta \cdots \cdots ③$

对楔 M 来说：

由物 m 的压力 N' 的水平分力的作用，楔向右相对于平面以某一水平加速度 a_1 运动，这个加速度可以用下面的等式来决定：

$$N' \sin \theta = Ma_1 \cdots \cdots ④$$

竖直方向，楔没有加速度，因此：

$$Mg + N' \cos \theta - R = 0 \cdots \cdots ⑤$$

从等式①、②、③、④，得到物作用在楔上的压力

$$N = \frac{mM \cos \theta}{M + m \sin^2 \theta} g \cdots \cdots ⑥$$

又从④和⑥式，可以得到楔的加速度：

$$a_1 = \frac{m \cos \theta \sin \theta}{M + m \sin^2 \theta} g \cdots \cdots ⑦$$

从①、⑥和⑦式，可以得到物 m 相对于楔的水平分加速度：

$$a_4 = \frac{(M+m)\cos\theta \sin\theta}{M+m\sin^2\theta} g$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{a_4}{a_2}$$

$$\therefore a_2 = \frac{a_4}{\cos\theta} = \frac{(M+m)\sin\theta}{M+m\sin^2\theta} g$$

从⑤式可得

$$R = Mg + N^1 \cos\theta = \frac{M(M+m)}{M+m\sin^2\theta} g$$

$$\text{答} \left\{ \begin{array}{l} a_1 = \frac{m\cos\theta \sin\theta}{M+m\sin^2\theta} g \\ a_2 = \frac{(M+m)\sin\theta}{M+m\sin^2\theta} g \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} N = \frac{mM\cos\theta}{M+m\sin^2\theta} g \\ R = \frac{M(M+m)}{M+m\sin^2\theta} g \end{array} \right.$$

【讨论】：

本题中容易发生的错误：

①物 m 在水平方向运动的加速度不用相对加速度 $a_4 - a_1$ ，而用 a_4 。

②物 m 在水平方向运动产生加速度的力不用 $N\sin\theta$ ，而用 $mg\sin\theta$ 。

③物体 m 和楔 M 之间的正压力 N ，不是通过用隔离体法分析列式解得，而是简单地误认为 $N = mg\cos\theta$ （只有在楔 M 静止的情况下 $N = mg\cos\theta$ ）

④楔与桌面之间的正压力 R ，不是通过分析列式解得，而是简单地误认为： $R = (m+M)g$

7. 有一人为测量桥中心处的水深，他采用的方法是他立在桥上，把一小铁球从高于水面5米处让其自由落下。若经3秒钟小铁球到达水底，求桥中心处的水深（不考虑空气和水对小球的阻力）。 $g = 10 \text{米/秒}^2$