日本高考物理试题分类详解

（供高中物理教学和毕业生复习参考用）

目　　录

第一章　加速度和力
§1　速率和速度……1
§2　加速度和力……1
§3　力的平衡……2
第二章　运动定律
§1　关于运动的定律……18
§2　惯性力……33
第三章　匀加速运动
§1　匀加速直线运动……46
§2　物体的下落运动……49
§3　抛体运动……51
第四章　圆周运动和简谐振动
§1　匀速圆周运动……61
§2　简谐振动……61
第五章　动量
§1　动量和冲量……81
§2　动量守恒定律……81
§3　碰撞……85
第六章　机械能
§1　功……108
§2　势能……110
§3　动能……110

§4 机械能守恒定律……117
§5 机械能不守恒的情况……133
第七章 热、功和能量守恒
§1 热量……144
§2 气体的压缩和膨胀……149
第八章 波的种类和性质
§1 波的性质……155
§2 横波和纵波……156
§3 波动公式……160
第九章 波的传播
§1 迭加原理和波的干涉……168
§2 惠更斯原理和波的衍射……169
§3 波的反射和折射……171
§4 波的速度……173
§5 波的能量……173
第十章 电场
§1 库仑定律……177
§2 电场……177
§3 电位……180
§4 静电感应和电介质的极化……183
第十一章 电容器
§1 电容器的电容量……185
§2 电容器的连接……191
思考题答案……192

第一章　加速度和力

§1　速率和速度

概论：本节学习的内容：速度是具有一定大小和方向的矢量。因此，速度可以合成和分解，在教学中，要习惯于应用矢量这个概念。另外要特别注意，对于不同的参考系，速度的数值是不同的。

要点：$\vec{v}_1$和$\vec{v}_2$的合速度是$\vec{v}=\vec{v}_1+\vec{v}_2$，要注意合速度是矢量和。

§2　加速度和力

概论：物体的速度随时间变化时，速度对时间的变化率叫作加速度。必须时刻注意，加速度是矢量，加速度和作用于物体上的力有着密切的联系，即质量为m的物体，以加速度$\vec{a}$运动时，作用于该物体上的力$\vec{F}$，可以表示成$\vec{F}=m\vec{a}$，这个关系是力学中最重要的定律，必须充分理解它的意义。

要点：（1）$\vec{a}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$（注意$\Delta\vec{v}$、$\vec{a}$都是矢量）

（2）要注意$\vec{F}=m\vec{a}$（要熟记）是矢量关系，$\vec{F}$是所有外力的合力。

§3 力的平衡

概论： n 个力 $\vec{F}_1$、$\vec{F}_2$、……$\vec{F}_n$作用于物体时，物体静止的条件，即平衡的条件是$\vec{F}_1+\vec{F}_2+\cdots\cdots+\vec{F}_n=0$ 对此式要牢固掌握。处理力的平衡问题时，重要的是：要考虑作用于物体上的所有的力。因为力有多种多样，所以必须充分理解各种不同类型的力。

要点：（1）三个力的平衡→作力的封闭三角形。如图1—1所示

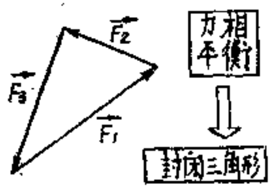

图1—1

（2）四个力的平衡有：

$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}+F_{4x}=0$

$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}+F_{4y}=0$，

此二式必须同时成立。其中F_{nx}（$n=1$，2，3，4）是力在x轴上的分量F_{ny}($n=1$，2,3,4,)是力在y轴上的分量。

（3）静摩擦力$F\leq$最大摩擦力μN时，物体静止。当$F>\mu N$时，物体滑动（μ为摩擦系数，N为正压力）。

〔**例题1**〕**质点的平衡**(基本)如图1—2(a)所示，将柔软的轻线的一端固定，另一端悬挂一个4千克的重物，在线的中间加一弹簧秤，然后沿水平方向慢慢地拉动，当弹簧秤的指数为3千克时，线被拉断了。试求这根线能够承受多大的张力T？

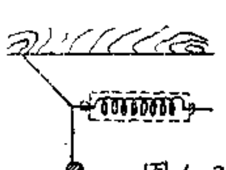
图1—2(a)

问题分析： 若考虑轻线将要被拉断时，在轻线与弹簧秤的连结点处力的平衡，便可求得最大张力。因为是三个力平衡，所以利用力的封闭三角形比较方便。

要领与关键： 如果三个力平衡→应用力的封闭三角形。

【解】：作用在线的连结点处的三个力是：重物的重力4千克(力)，水平方向的拉力3千克(力)和线的张力T，由这三个力作成如图1—2（*b*）所示的封闭三角形。由图1—2（*b*）可知，

$$T=\sqrt{3^2+4^2}=5\text{〔千克(力)〕}$$

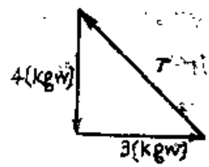

图1—2(*b*)

也就是说，线可以承受5千克(力)以下的张力。

〔例题2〕在光滑的滑轮上悬挂的质点的平衡（重要）如图1—3（*a*）所示，在同一高度上有两个滑轮A、B，滑轮上悬挂着质量分别为m_1，m_2，M的三个砝码。设AC，BC分别与水平面成θ_1，θ_2的角度而平衡。试回答下列问题。

设线的重量和滑轮的大小不计，同时滑轮是光滑的。

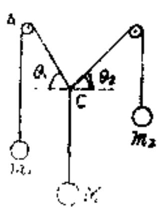

图1—3(*a*)

（1）m_1、m_2、M、θ_1及θ_2之间有什么关系？

（2）当$m_1=m_2=m$时

（*a*）证明$\theta_1=\theta_2$

（*b*）当$m=200$克，$\theta_1=\theta_2=30°$时，M的值是多少？

问题分析： 如果注意滑轮两侧线的张力相等，就知道这是三个力平衡的问题。写出（1）的关系式，使用$\sum F_x=0$、$\sum F_y=0$的条件，就容易求解。当然也可以使用封闭三角形的几何性质。

要领与关键： 力的平衡→把力分解成分量来研究。

【解】（1）如图1—3(b)所示，在C点画出线的三个张力T_1，T_2和T。若取水平方向和竖直方向分别为x轴和y轴，则考虑力的x、y分量，平衡条件为：

$$m_2g\cos\theta_2-m_1g\cos\theta_1=0$$

$$m_1g\sin\theta_1+m_2g\sin\theta_2-Mg=0$$

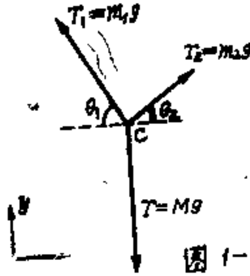

图1—3(b)

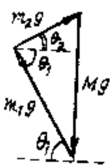

图1—3(C)

$$\therefore\begin{cases}m_1\cos\theta_1=m_2\cos\theta_2\\ m_1\sin\theta_1+m_2\sin\theta_2=M\end{cases}$$

另一种解法如图1—3（c）所示，用三个力构成封闭三角形，也能得到相同的结果。

（2）(a)当$m_1=m_2=m$时

$\cos\theta_1=\cos\theta_2$，$\therefore\theta_1=\theta_2$

(b)把$m_1=m_2=m=200$克，$\theta_1=\theta_2=30^\circ$的条件代入（1）的结果，则

$$M=2m\sin\theta=2\times200\times\sin30^\circ$$

$$\therefore M=200\text{（克）}$$

〔例题3〕电力和为使线张开的条件（扩展）

有两条长度为l的线，其下端都悬挂质量为m的小球，两个小球之间用长度为l的线连结着。在沿水平方向加了强度为E的匀强电场的空气中，使小球A带电荷$+q$，小球B带电荷$-q$，把它们悬挂在O点时，如图1—4（a）所示，连结A、B的线张开不动而平衡。试问，当出现这样的平衡时，E的大小在什么范围内？设线都是绝缘的，其重量可忽略不计。

注1：在相距为r且静止的两个异号电荷Q_1、Q_2之间作用着引力，方向在两者的连线上，大小为$F=KQ_1\cdot Q_2/r^2$。

注2：在强度为E的电场中，作用在电荷Q上的力为$\vec{F}=Q\vec{E}$。

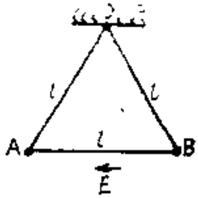

图1-4(a)

问题分析：线AB张开时，张力为正，考虑在A(或B)上作用着什么样的力。

要领与关键：线张开时→$T>0$。

【解】如果考虑作用在AB上的力，就可以知道这个问题是关于通过O点的竖直线为对称的。因此，只研究A的平衡就可以了。作用在A上的力有重力mg、线OA的张力T'、电荷B的库仑力kq^2/l^2、线AB的张力T及电场力qE。如建立力的平衡方程式，则有：

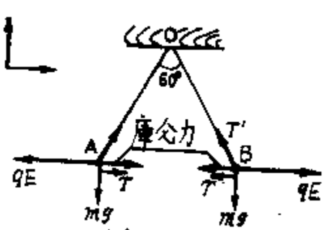

图1-4(b)

$T'\cos 60°+T+kq^2/l^2=qE$ ①

$T'\sin 60°=mg$ ②

由②知 $T'=2mg/\sqrt{3}$。

将T'代入(1)解得$T=qE-kq^2/l^2-mg/\sqrt{3}$，

∵必须有$T>0$，

∴$E>mg/\sqrt{3}q+kq/l^2$

〔例题4〕斜面上的质点和垂直支持力（重要）如图1—5（a）所示，在与水平面成30°角的光滑斜面上，有一质量为50克的质点p，用质量可以忽略的线通过在斜面上方的滑轮拉住，设

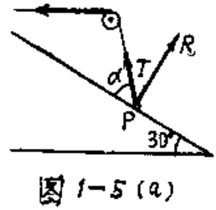

图1-5(a)

线与斜面的夹角为α，当质点在平衡状态时，试用角α表示下面的各力：

（1）线的张力T；

（2）质点在斜面上受到的支持力R。

问题分析： 注意质点p受到光滑斜面的力只是垂直于斜面的支持力。受到拉紧的线的张力，其方向沿线的方向，考虑三力平衡，取x轴沿斜面方向，建立方程就容易了。

要领与关键： 光滑面对物体的力→作用在垂直于面的方向上。

【解】 如图1—5（b）所示取x、y轴。对重力mg，张力T，支持力R三个力列平衡方程式：

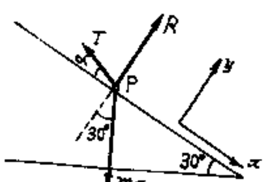

图 1—5（b）

$mg\sin30° = T\cos\alpha$，

$R + T\sin\alpha = mg\cos30°$。

代入$m = 50$克，即得

（1）$T = mg\sin30°/\cos\alpha = 25/\cos\alpha$〔克(力)〕，

（2）$R = mg\cos30° - mg\sin30°(\sin\alpha/\cos\alpha) = mg\cos30° - mg\sin30°tg\alpha = 25(\sqrt{3} - tg\alpha)$〔克(力)〕。

〔**例题5**〕**弹力、悬挂在滑轮上的线的张力**（基本）如图1—6(a)所示，用线连结自然长度为22厘米、强度相等的两根弹簧P、Q，悬挂在无摩擦的定滑轮上，如果在P的下端悬挂着质量为80克的物体A，在Q的下端悬挂着质量为30克的物体B时，A接触到水平台面而平衡（设忽略弹簧、线及滑轮的质量），这时Q的长度是25厘米，试问：

（1）P的长度是多少厘米？

（2）平台对A的支持力的大小是多少？

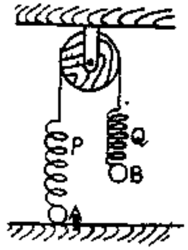

图 1-6 (a)

(3)Q (或P) 的倔强系数是多少克(力)/厘米?

问题分析：分别把作用在A、P、滑轮、Q、B上的力图示如下〔图1—6 (b)〕，考虑所有的力后研究A与B的平衡。

要领与关键：如果用力T拉弹簧的一端→在其另一端也作用着T的力。

【解】 (1) 因为作用在P上的力和作用在Q上的力是相同的，所以伸长也相同，故P 的长度也为25厘米。

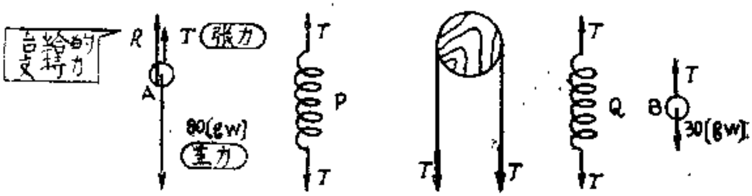

图 1-6 (b)

(2) R=80克(力)－30克(力)=50克(力)。

(3) ∵ 用30克(力)的力，弹簧伸长 3 厘米，

∴ 倔强系数K=10克(力)/厘米。

〔例题6〕静摩擦系数的测定，使物体静止在粗糙斜面上的力

(基本) 在重力加速度为g米/秒^{2}的地方，开始时在平板上放着质量为m千克的小物体，设板和物体间的静摩擦系数为μ，试回答下列各问题。

(1) 让平板慢慢倾斜，在物体将要开始滑动时板与水平面的夹角是α_0。试写出此时的平衡方程式，并由此求出μ的表达式。

（2）把倾角增加到$\alpha(\alpha>\alpha_0)$时，为了制止物体的滑动，试求在平行于板面的方向上应加的最小的力。

问题分析：要考虑在平行于斜面的方向上和垂直于斜面的方向上的力的平衡，注意物体将要开始滑动时，摩擦力等于最大静摩擦力。

要领与关键：物体将要开始滑动时→摩擦力$=\mu N$。

【解】（1）在图1—7中，考虑到摩擦力，平衡条件为：

$F=mg\sin\alpha_0$，

$N=mg\cos\alpha_0$。

物体将要开始滑动时，$F=\mu N$。

所以由上两式得$\mu=tg\alpha_0$。

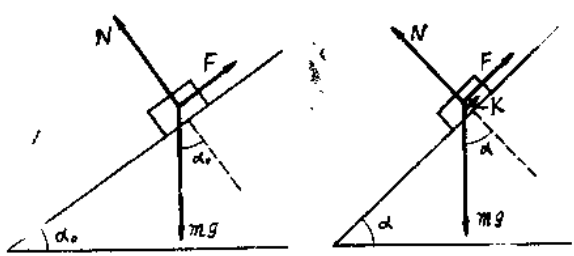

图1－7

（2）设在平行于斜面的方向上应加的力为K，

则　$K+F=mg\sin\alpha$，

$N=mg\cos\alpha$。

因此得　$F=mg\sin\alpha-K$。

由$F\leq\mu N$的条件得$mg(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)\leq K$。

所以需要加的最小的力$K=mg(\sin\alpha-\mu\cos\alpha)$。

〔**例题7**〕**在粗糙的斜面上使物体静止所需要的力**（基本）设

沿倾角为30°的斜面向上拉一重量为W〔千克(力)〕的物体，所需要的最小的力为f〔千克(力)〕，若沿倾角为60°的斜面向上加这个力，则刚好能阻止重量为2W〔千克(力)〕的物体下滑，试求斜面和物体间的静摩擦系数μ。

问题分析：必须注意向上拉物体和物体下滑时，摩擦力在哪个方向上？首先用W把f表示出来较好。

要领与关键：摩擦力的方向→沿着阻碍物体运动的方向。

【解】 如图1—8所示。在物体将要向上拉动时，摩擦力为最大静摩擦力。

$$\therefore \quad f = W\sin 30° + W\mu\cos 30° = W(1+\sqrt{3}\mu)/2 。$$

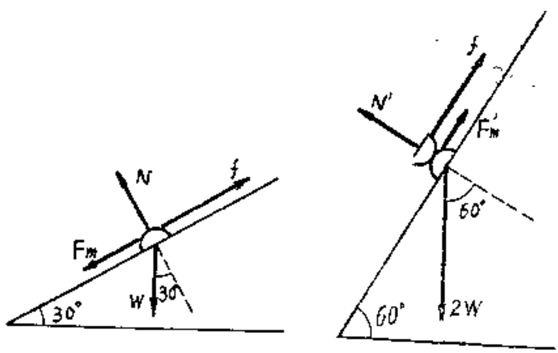

图1－8

再考虑物体在倾角为60°的斜面上将要下滑时，

$N' = 2W\cos 60°$，

$\therefore \quad F_m' = 2\mu W\cos 60°$ 。

如果考虑沿斜面方向力的平衡，则有

$f + 2\mu W\cos 60° = 2W\sin 60°$，

$\therefore \quad W(1+\sqrt{3}\mu)/2 + \mu W = 2W \cdot (\sqrt{3}/2)$ 。

由此解得 $\mu = (2\sqrt{3} - 1)/(2+\sqrt{3})$。

〔**例题８**〕**在粗糙的斜面上使物体静止所需要的力的上限和下限（重要）** 如图１—９(a)所示，在与水平面成30°角的斜面上，有一质量为２m（千克）的物体A，连结A的细线通过滑轮C，使物体B沿竖直方向下垂，为使物体A静止，物体B的质量应该在什么范围内？设A与斜面间的静摩擦系数为$\sqrt{3}/6$，忽略线与滑轮的质量及空气的阻力。

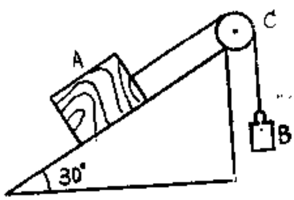

图1—9(a)

问题分析：若B过轻，A就下滑，B过重，A就向上滑动，选取其中间的质量就可以了。

要领与关键：放在粗糙斜面上的物体的静止条件→要考虑两个极端。

【**解**】考虑B过轻而A将要下滑时，设B的质量为m_1，这时摩擦力等于最大静摩擦力F_m，作用在沿斜面向上的方向上。如图１—９(b)所示。

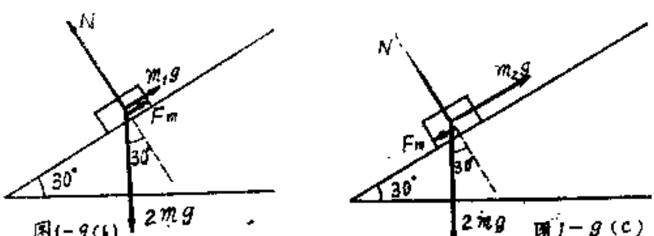

图1-9(b)　图1-9(c)

$$\because\quad m_1g+F_m=2mg\sin30°,$$

$$F_m=2mg\mu\cos30°,$$

$$\therefore\quad m_1g=2mg\sin30°-2mg\mu\cos30°,$$

把有关数值代入后，解得　$m_1=m/2$　。

其次再考虑B过重而A将要向上滑动时，设这时B的质量为m_2。此时因为最大静摩擦力F_m作用在沿斜面向下的方向上（如图1－9(c)所示），所以有$m_2g=2mgsin30°+F_m=2mgsin30°+2mg\mu cos30°$。

$\therefore \quad m_2=3m/2$。

因此，若设B的质量为M，则所求的M的数值范围是$m/2$千克≤M≤$3m/2$千克。

〔例题9〕作用在重物上的力的平衡和作用在环上的磨擦力（稍难）如图1－10(a)所示，在质量为1千克的重物上系着一条长30厘米的细绳，细绳的另一端连着圆环，圆环套在水平的棒上可以滑动，环与棒间的静摩擦系数为0.75。另有一条细绳，其一端跨过滑轮，滑轮固定在离环50厘米的地方，当这细绳的头上挂着重物W而环将要开始滑动时，试回答下列问题：

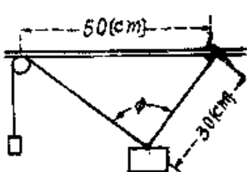

图1－10(a)

（1）长为30厘米的细绳的张力是多少？

（2）环将要开始滑动时，W的质量是多少？

（3）角φ是多少度？

问题分析：因为即使建立作用在重物上的力的平衡方程式，也不会知道φ的大小，所以可以利用摩擦力是最大静摩擦力，先求出φ，这时要注意，边长分别为3、4、5的三角形是直角三角形。

要领与关键：平衡式不能立刻解时→要注意其他的条件。

【解】 设长为30厘米的细绳的张力为T，因滑环将要开始滑动，所以作用在环上的力如图1－10(b)上图所示。设细绳与棒的夹角为θ，由平衡条件得：　$T\cos\theta=\mu N$，$T\sin\theta=N$，

$\therefore tg\theta=1/\mu=4/3$。

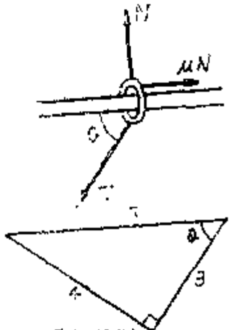

图1-10(b)

如图1—10（b）下图所示，边长为3、4、5的三角形是直角三角形，这时的$tg\theta$是4/3，因而θ是直角。由此可知，另一条绳的长是40厘米。

（1）如果考虑作用在重物上的力的平衡，则有

$$Wg\sin\theta = T\cos\theta \quad ①$$

$$Wg\cos\theta + T\sin\theta = g \quad ②$$

由①式知　$Wg = T/tg\theta$

$$= 3T/4 \quad ③$$

将③式代入②式，并利用 $\cos\theta = 3/5$，$\sin\theta = 4/5$。

可得$T = 4g/5$，$\therefore T = 4/5$〔千克(力)〕。

（2）由$Wg = 3T/4$得$W = 3/5$（千克）。

（3）$\phi = 90°$。

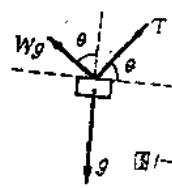

图1-10(c)

〔例题10〕摩擦力，弹簧的弹力的作用和弹簧伸长最大限度的条件（稍难）如图1—11(*a*)所示。在水平桌面上，把两块质量为*m*的积木A_1、A_2和两个很轻的弹簧S_1、S_2，从右向左依A_1、S_1、A_2、S_2的顺序排列在一条直线上，把S_2的左端固定在垂直于桌面的墙W上，当静摩擦力使A_2静止在离墙W最远的一点时：

（1）试用箭头表示作用在积木A_1、A_2上的所有的力；

（2）试求弹簧S_1、S_2的各自的弹力。

设积木A_1、A_2与桌面之间的静摩擦系数都为μ，重力加速度为g。

问题分析：为了使A_1离W最远，需使弹簧S_1、S_2尽可能地伸长。但要注意，如果S_1、S_2过于伸长，则A_1、A_2就要移动。

要领与关键：物体静止时→$F \leq \mu N$。

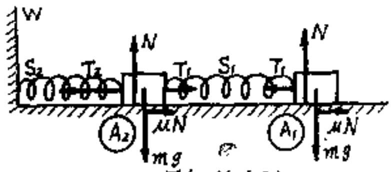

图1—11（a）

【解】当A_1处在离W最远时，即使稍微拉伸一下，弹簧A_1就会移动，所以A_1是处在将要滑动的状态，因而作用在A_1上的摩擦力等于最大静摩擦力。于是我们立刻知道，弹簧S_1上的弹力$T_1 = \mu N$。

再考虑A_2。设作用在A_2上的摩擦力的大小为F，弹簧S_2的弹力为T_2。因为弹簧无论怎样伸长，摩擦力都作用在图1—11（b）所示的方向上，由平衡条件得：$T_2 = T_1 + F = \mu N + F$。

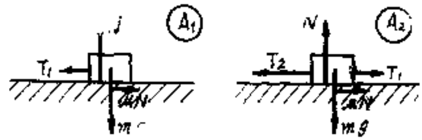

图1—11（b）

为使弹簧尽可能地伸长，可以尽可能地增大T_2，但是F能取的最大值是μN，所以当弹簧最长时，$F = \mu N$，

$\therefore T_2 = 2\mu N$，如果注意到$N = mg$

就可以求得T_1，T_2。

(1) 见图1—11（b）。

(2) $T_1=\mu mg$，$T_2=2\mu mg$。

〔例题11〕有浮力作用时的力的平衡（扩展） 如图1—12所示。在与水平面成θ角的斜面上，放一个质量为m的物体A，在物体A上系一条一定长度的线沿斜面向上拉，经钉子P在线的另一端悬挂着一个质量为M，底面积为S的圆柱形物体B，使物体B的底面水平地浮在水中，物体B的密度d比水的密度d_0大。

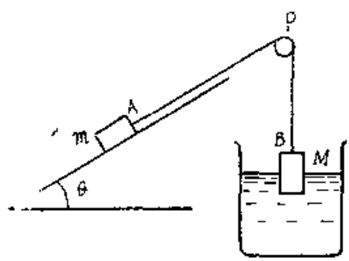

图1—12

设物体A与斜面及钉子与线之间均无摩擦，线的质量，水的表面张力及随着物体B的运动而引起的水的阻力和水面高度的变化都可忽略。

试从下面的（a）（b）中各选出适合下文□的正确答案。如图1—12所示，物体B的上表面在水面之上，下底面在水中而平衡时，（a）□$>\sin\theta>$（b）□，而在物体B的上表面或下底面接近水面的极限情况下，上式左边或右边的不等号就分别变成等号了。

（a）①$m/M+m$ ②$M/M+m$ ③d/d_0-1 ④$1-d/d_0$ ⑤$M/m-1$ ⑥$1-m/M$ ⑦M/m ⑧m/M。

（b）①$m(1-d_0/d)/M$ ②$M(1-d_0/d)/m$ ③d/d_0-1 ④$1-d_0/d$ ⑤$M(d/d_0-1)/m$ ⑥$m(d/d_0-1)/M$ ⑦0 ⑧d_0/d。

问题分析：最基本的是应该考虑A的平衡，但要注意从B的平衡条件中找到对线的张力的某种限制。