高中奥林匹克物理竞赛解题方法

二、隔离法

方法简介

隔离法就是从整个系统中将某一部分物体隔离出来，然后单独分析被隔离部分的受力情况和运动情况，从而把复杂的问题转化为简单的一个个小问题求解。隔离法在求解物理问题时，是一种非常重要的方法，学好隔离法，对分析物理现象、物理规律大有益处。

例 1：两个质量相同的物体 1 和 2 紧靠在一起放在光滑水平桌面上，如图 2—1 所示，如果它们分别受到水平推力 F_1 和 F_2 作用，且 $F_1>F_2$， 则物体 1 施于物体 2 的作用力的大小为 （　　）

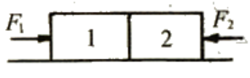


图2—1

A．F_1　　B．F_2　　C．1/2（F_1+F_2）　　D．1/2（F_1-F_2）

解析：要求物体 1 和 2 之间的作用力，必须把其中一个隔离出来分析。

先以整体为研究对象，根据牛顿第二定律：$F_1-F_2=2ma$　　①

再以物体 2 为研究对象，有 $N-F_2=ma$　　②

解①、②两式可得 $N=\frac{1}{2}(F_1+F_2)$，所以应选 C

例 2：如图 2—2 在光滑的水平桌面上放一物体 A，A 上再放一物体 B，A、B 间有摩擦。施加一水平力 F 于 B，使它相对于桌面向右运运，这时物体 A 相对于桌面 （　　）

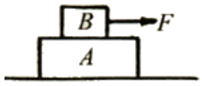


图2—2

A．向左动　　B．向右动

C．不动　　D．运动，但运动方向不能判断

解析：A 的运动有两种可能，可根据隔离法分析

设 AB 一起运动，则 $a=\frac{F}{m_A+m_B}$

AB 之间的最大静摩擦力 $f_m=\mu m_B g$

以 A 为研究对象：若 $f_m\ge m_A a$，即 $\mu\ge\frac{m_A}{m_B(m_B+m_A)}F$，$AB$ 一起向右运动.

若 $\mu<\frac{m_A}{m_B(m_B+m_A)g}F$，则 A 向右运动，但比 B 要慢，所以应选 B

例 3：如图 2—3 所示，已知物块 A、B 的质量分别为 m_1、m_2，A、B 间的摩擦因数为 μ_1，A 与地面之间的摩擦因数为 μ_2，在水平力 F 的推动下，要使 A、B 一起运动而

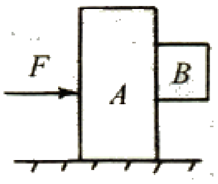


图2-3

B 不至下滑，力 F 至少为多大？

解析： B 受到 A 向前的压力 N，要想 B 不下滑，需满足的临界条件是：$\mu_1 N=m_2 g$.

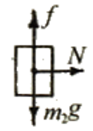


图2-3-甲

设 B 不下滑时，A、B 的加速度为 a，以 B 为研究对象，用隔离法分析，B 受到重力，A 对 B 的摩擦力、A 对 B 向前的压力 N，如图 2—3 甲所示，要想 B 不下滑，需满足：$\mu_1 N \geqslant m_2 g$，即：$\mu_1 m_2 a \geqslant m_2 g$，所以加速度至少为 $a=g/\mu_1$

再用整体法研究 A、B，根据牛顿第二定律，有：$F-\mu_2(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)g=(m_1+m_2)a$，

所以推力至少为 $F=(m_1+m_2)(\frac{1}{\mu_1}+\mu_2)g$.

例 4：如图 2—4 所示，用轻质细绳连接的 A 和 B 两个物体，沿着倾角为 α 的斜面匀速下滑，问 A 与 B 之间的细绳上有弹力吗？

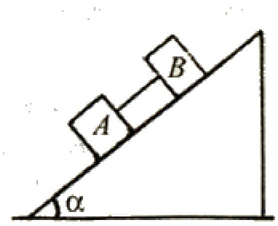


图2-4

解析：弹力产生在直接接触并发生了形变的物体之间，现在细绳有无形变无法确定.所以从产生原因上分析弹力是否存在就不行了，应结合物体的运动情况来分析.

隔离 A 和 B，受力分析如图 2—4 甲所示，设弹力 T 存在，将各力正交分解，由于两物体匀速下滑，处于平衡状态，所以有：

$m_A g\sin\alpha = T + f_A$……①

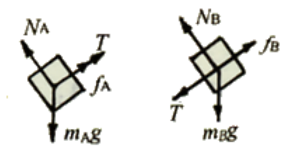


图2-4-甲

$m_B g\sin\alpha + T = f_B$……②

设两物体与斜面间动摩擦因数分别为 μ_A、μ_B，则

$f_A = \mu_A N_A = \mu_A m_A g\cos\alpha$……③

$f_B = \mu_B N_B = \mu_B m_B g\cos\alpha$……④

由以上①②③④可解得：$T = m_A g(\sin\alpha - \mu_A\cos\alpha)$和$T = m_B g(\mu_b\cos\alpha - \sin\alpha)$

若 T=0，应有：$\mu_A = \tan\alpha$　　$\mu_B = \tan\alpha$

由此可见，当 $\mu_A = \mu_B$ 时，绳子上的弹力 T 为零.

若 $\mu_A \neq \mu_B$，绳子上一定有弹力吗？

我们知道绳子只能产生拉力.

当弹力存在时，应有：T>0 即 $\mu_A < \tan\alpha, \mu_B > \tan\alpha$

所以只有当 $\mu_A < \mu_B$ 时绳子上才有弹力

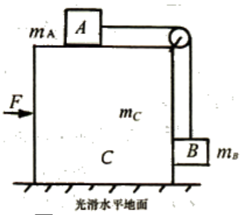


图2-5

例 5 如图 2—5 所示，物体系由 A、B、C 三个物体构成，质量分别为 m_A、m_B、m_C.用一水平力 F 作用在小车 C 上，小车 C 在 F 的作用下运动时能使物体 A 和 B 相对于小车 C 处于静止状态.求连接 A 和 B 的不可伸长的线的张力 T 和力 F 的大小.（一切摩擦和绳、滑轮的质量都不计）

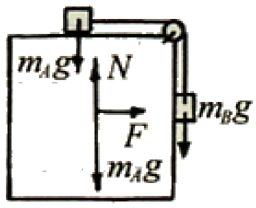


图2-5-甲

解析 在水平力 F 作用下，若 A 和 B 能相对于 C 静止，则它们对地必有相同的水平加速度.而 A 在绳的张力作用下只能产生水平向右的加速度，这就决定了 F 只能水平向右，可用整体法来求，而求张力必须用隔离法.

取物体系为研究对象，以地为参考系，受重力（m_A+m_B+m_C）g，推力 F 和地面的弹力 N，如图 2—5 甲所示，设对地的加速度为 *a*，则有：

$$F = (m_A + m_B + m_C)a \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

隔离 B，以地为参考系，受重力 m_Bg、张力 T、C 对 B 的弹力 N_B，应满足：

$$N_B = m_B a, \text{绳子的张力} T = m_B g \cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

隔离 A，以地为参考系，受重力 m_Ag,绳的张力 T，C 的弹力 N_A，应满足；

N_A=m_Ag…………③

T=m_A*a*…………④

当绳和滑轮的质量以及摩擦都不计时，由②、④两式解出加速度

$$a = \frac{m_B}{m_A} g$$

代入①式可得：

$$F = \frac{m_B(m_A + m_B + m_C)}{m_A} g$$


图2-6

例 6 如图 2—6 所示，一根轻质弹簧上端固定，下端挂一质量为 m_0 的平盘，盘中有一物体质量为 m，当盘静止时，弹簧的长度比其自然长度伸长了 L，今向下拉盘，使弹簧再伸长△L 后停止.然后松手放开，设弹簧总处在弹性限度以内，则刚松开手时盘对物体的支持力等于（ ）

A．$(1+\Delta L/L)mg$　　　　B．$(1+\Delta L/L)(m+m_0)g$

C．ΔLmg　　　　D．$\Delta L/L(m+m_0)g$

解析　确定物体 m 的加速度可用整体法，确定盘对物体的支持力需用隔离法.选整体为研究对象，在没有向下拉盘时有

KL=（m+m_0）g…………①

在向下拉伸△L 又放手时有

K△L=（m+m_0）a……②

再选 m 为研究对象　　F_N-mg=ma……③

解得：$F_N=(1+\dfrac{\Delta L}{L})mg$

应选 A.此题也可用假设法、极限法求解.

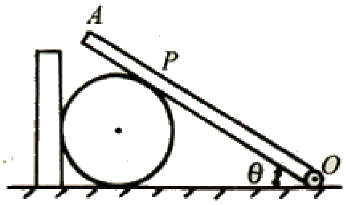


图2-7

例 7　如图 2—7 所示，AO 是质量为 m 的均匀细杆，可绕 O 轴在竖直平面内自动转动.细杆上的 P 点与放在水平桌面上的圆柱体接触，圆柱体靠在竖直的挡板上而保持平衡，已知杆的倾角为θ，AP 长度是杆长的 1/4，各处的摩擦都不计，则挡板对圆柱体的作用力等于_______。

解析　求圆柱体对杆的支持力可用隔离法，用力矩平衡求解。求挡板对圆柱体的作用力可隔离圆柱体，用共点力的平衡来解.

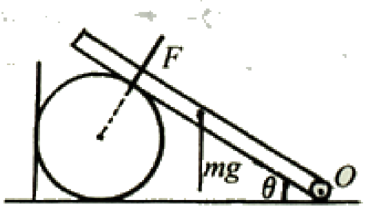


图2-7-甲

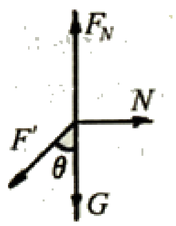


图2-7-乙

以杆为研究对象，受力如图 2—7 甲所示，根据力矩平衡条件：

$mg\dfrac{l}{2}\cos\theta=F\dfrac{3}{4}l$,解得$F=\dfrac{2}{3}mg\cos\theta$.根据牛顿第三定律，杆对圆柱体的作用力与 F 大小相等，方向相反，再以圆柱体为研究对象，将力 F 正交分解，如图 2—7—乙，在水平方向有

$$=\frac{2}{3}mg\sin\theta\cos\theta=\frac{1}{3}mg\sin2\theta$$

即挡板对圆柱体的作用力为$\dfrac{1}{3}mg\sin2\theta$.

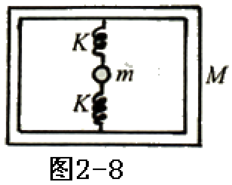


图2-8

例 8　如图 2—8 所示，质量为 m 的小球被两个劲度系数皆为 k 的相同弹簧固定在一

个质量为 M 的盒中，盒从 h 高处（自桌面量起）开始下落，在盒开始下落的瞬间，两弹簧未发生形变，小球相对盒静止，问下落的高度 h 为多少时，盒与桌面发生完全非弹性碰撞后还能再跳起来.

解析　盒下落过程可用整体法研究，下落后弹簧的形变情况应用隔离小球研究，盒起跳时可隔离盒研究。

在盒与桌面发生碰撞之前，小球仅受重力作用，着地时速度为：$v=\sqrt{2gh}$.

碰撞后盒静止，球先压缩下面的弹簧，同时拉上面的弹簧，当小球向下的速度减为零后，接着又向上运动，在弹簧原长位置上方 x 处，小球的速度又减为 0，则在此过程中，对小球有：

$$\frac{1}{2}mv^2=mgx+2\times\frac{1}{2}kx^2$$

把盒隔离出来，为使盒能跳起来，需满足：$2kx>Mg$代入上式可解得：$h=\frac{Mg}{2k}(1+\frac{M}{2m})$.

例 9　如图 2—9 所示，四个相等质量的质点由三根不可伸长的绳子依次连接，置于光滑水平面上，三根绳子形成半个正六边形保持静止。今有一冲量作用在质点 A，并使这个质点速度变为 u，方向沿绳向外，试求此瞬间质点 D 的速度.

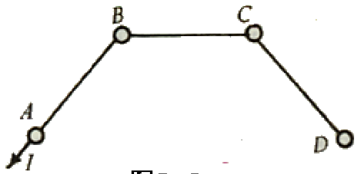
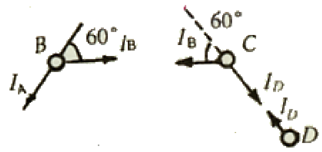


图2-9



解析　要想求此瞬间质点 D 的速度，由已知条件可知得用动量定理，由于 A、B、C、D 相关联，所以用隔离法，对 B、C、D 分别应用动量定理，即可求解.以 B、C、D 分别为研究对象，根据动量定理：

对 B 有：$I_A—I_B\cos60°=m_Bu$…………①

$I_A\cos60°—I_B=m_Bu_1$…………②

对 C 有：$I_B—I_D\cos60°=m_Cu_1$……③

$I_B\cos60°—I_D=m_cu_2$…………④

对 D 有：$I_D=m_Du_2$……⑤

由①~⑤式解得 D 的速度$u_2=\frac{1}{13}u$

例 10　有一个两端开口、粗细均匀的 U 形玻璃细管，放置在竖直平面内，处在压强为 p_0 的大气中，两个竖直支管的高度均为 h，水平管的长度为 2h，玻璃细管的半径为 r,r<<h..今将水平管内灌满密度为 ρ 的水银，如图 2—10 所示.

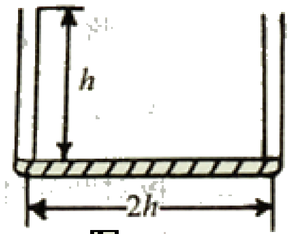
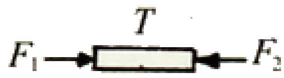


图2-10

1. 如将 U 形管两个竖直支管的开口分别密封起来，使其管内空气压强均等于大气压强，问当 U 形

管向右做匀加速移动时，加速度应为多大时才能使水平管内水银柱的长度稳定为（5/3）h？

2．如将其中一个竖直支管的开口密封起来，使其管内气体压强为 1 个大气压.问当 U 形管绕以另一个竖直支管（开口的）为轴做匀速转动时，转数 n 应为多大才能使水平管内水银柱的长度稳定为（5/3）h（U 形管做以上运动时，均不考虑管内水银液面的倾斜）



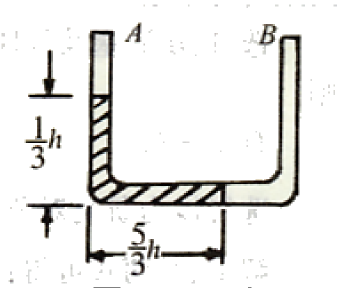


图2-10-甲

解析　如图 2—10—甲所示，U 形管右加速运动时，管内水银柱也要以同样加速度运动，所以 A 管内气体体积减小、压强增大，B 管内气体体积增大、压强减小，水平管中液体在水平方向受力不平衡即产生加速度.若 U 形管以 A 管为轴匀速转动时，水平部分的液体也要受到水平方向的压力差而产生向心加速度.

1．当 U 形管以加速度 *a* 向右运动时，对水平管中水银柱有 $F_1—F_2=ma$

即 $(p_A+\rho g\frac{h}{3})S-p_BS=\frac{5}{3}hS\rho\cdot a$ ……①

对A中气体有：$p_0hs=p_A(h-\frac{h}{3})S$，解得$p_A=\frac{3}{2}p_0$……②

对B中气体有：$p_0hs=p_B(h+\frac{h}{3})S$，解得$p_B=\frac{3}{4}p_0$……③

2—10—乙

将②、③式代入①式可得 $a=\dfrac{9p_0+4\rho gh}{20h\rho}$

2．如图 2—10—乙，若 U 形管以 A 管为轴匀速转动时，对水平管中水银柱有 $F_2—F_1=ma$.
若转轴为 n，则有：

$$(p_B'+\rho g\frac{h}{3})S-p_0S=m\cdot(2\pi n)^2\frac{7}{6}h\ ……①$$

对 B 中气体有 $p_0hS=p_B'(h-\frac{h}{3})\cdot S$，解得：$p_B'=\frac{3}{2}p_0$……②

将②式代入①式可解得转速

$$n=\frac{1}{\pi h}\sqrt{\frac{9p_0+6\rho gh}{140\rho}}$$

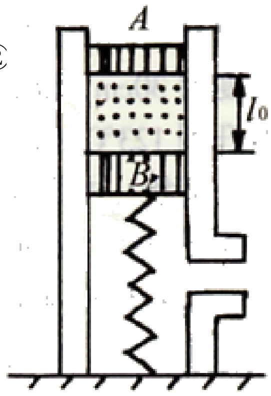


图2-11

例 11　如图 2—11 所示，一个上下都与大气相通的竖直圆筒，内部横截面的面积 $S=0.01m^2$，中间用两个活塞 A 与 B 封住一定质量的理想气体，A、B 都可沿圆筒无摩擦地上、下滑动，但不漏气，A 的质量可

不计，B 的质量为 M，并与一倔强系数 $k=5\times10^3N/m$ 的较长的弹簧相连.已知大气压强 $p_0=1\times10^5Pa$，平衡时，两活塞间的距离 $l_0=0.6m$.现用力压 A 使之缓慢向下移动一定距离后，保持平衡，此时，用于压 A 的力 $F=5\times10^2N$.求活塞 A 向下移动的距离.（假定气体温度保持不变.）

解析　活塞 A 下移的距离应为 B 下降的距离与气体长度的减小量之和，B 下降的距离可用整体法求解.气体长度的变化可隔离气体来求解.

选 A、B 活塞及气体为研究对象，设用力 F 向下压 A 时，活塞 B 下降的距离为 x，

则有：$F=kx$…………①

选气体为研究对象，据玻意耳定律有 $p_0l_0S=(p_0+\frac{F}{S})l\cdot S$…………②

解①②两式可得 $x=0.1m$　$l=0.4m$ 则活塞 A 下移的距离为：左=0.1+0.6—0.4=0.3m

例 12　一个密闭的气缸，被活塞分成体积相等的左右两室，气缸壁与活塞是不导热的，它们之间没有摩擦，两室中气体的温度相等，如图 2—12 所示，现利用右室中的电热丝对右室中的气体加热一段时间，达到平衡后，左室的体积变为原来体积的 3/4，气体的温度 $T_1=300K$.求右室中气体的温度.

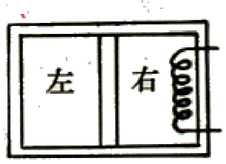


图2-12

解析　可隔离出 A、B 两部分气体，用理想气体状态方程求解.

设原来两室中气体的压强都为 p，温度都为 T，体积都为 V，

对左边气体有 $\frac{pV}{T}=\frac{p'\frac{3}{4}V}{T_1}$……①对右边气体有 $\frac{pV}{T}=\frac{p'\frac{5}{4}V}{T_2}$②

①、②两式相比，可得右室中气体温度 $T_2=\frac{5}{3}T_1=500K$

例 13　如图 2—13 所示，封闭气缸的活塞被很细的弹簧拉着，气缸内密封一定质量的气体，当温度为 27℃时，弹簧的长度为 30cm，此时缸内气体的压强为缸外大气压的 1.2 倍，当气温升到 123℃时，弹簧的长度为 36cm，求弹簧的原长.


图2-13

解析　本题所研究的对象就是密封在气缸内的一定质量的气体，气体所处的初态为：

$T_1=300K$、$V_1=SL_1$、（S 为气缸横截面积，L_1 为弹簧长度）$p_1=p_0+F_1/S=1.2P_0$ 末态为 $T_2=396K$、$V_2=SL_2$ $p_2=p_0+F_2/S$（p_0 为大气压强，F_1、F_2 为弹簧的弹力）.气体从初态过渡到末态时质量恒定，所以可利用状态方程求解：

将上述各状态参量代入状态方程：$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_2V_2}{T_2}$

解得： $p_2 = 1.1p_1 = 1.32p_0$ 由于弹力产生的压强等于气缸内外气体的压强差，

所以： $\dfrac{K\Delta L_1}{S} = p_1 - p_0 = 0.2p_0$ ①

$\dfrac{K\Delta L_2}{S} = p_2 - p_0 = 0.32p_0$ ②

联立①、②式得： $\Delta l_2 = 1.6\Delta L_1$

即: $L_2 - L_0 = 1.6(L_1 - L_0)$

解得弹簧的原长为 L_0=20cm

例 14 一个由绝缘细细构成的钢性圆形轨道，其半径为 R，此轨道水平放置，圆心在 O 点，一个金属小珠 P 穿在此轨道上，可沿轨道无摩擦地滑动，小珠 P 带电荷 Q.已知在轨道平面内 A 点（OA=r<R）放有一电荷 q.若在 OA 连线上某一点 A_1 放电荷 q_1，则给小珠 P 一个初速度，它就沿轨道做匀速圆周运动，求 A_1 点的位置及电荷 q_1 之值.

解析 小珠 P 虽沿轨道做匀速圆周运动，但受力情况并不清楚，因此不能从力的角度来解决，可以从电势的角度来考虑，因为小珠 P 沿轨道做匀速圆周运动，说明小珠只受法向的电场力.由此可知，电场力对小珠 P 做功为零，根据 W=qU 可知，圆轨道上各点电势相等，根据题意作图如图 2—14，设 A_1 点距圆形轨道的圆心 O 为 r_1，A 点放的电荷 q 距圆心为 r

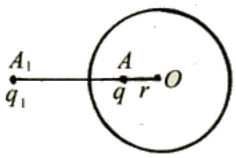


图2-14

由此得：

$$\frac{kq}{R-r} = \frac{kq_1}{r_1 - R}$$

$$\frac{kq}{R+r} = \frac{kq_1}{r_1 + R}$$

解①、②两式可得：A_1 点的位置距圆心 O 的距离为 $r_1 = \dfrac{R^2}{r}$，所带电量 $q_1 = \dfrac{R}{r}q.$

例 15 如图 2—15 所示，两个电池组的电动势 $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 3V$, 每节电池的内阻均为 0.5Ω,$R_1$=1Ω,$R_2$=2Ω,$R_3$=1.8Ω，求通过 R_1、R_2、R_3 的电流及两个电池组的端电压各是多少？

解析 解此题时，可采用与力学隔离法相似

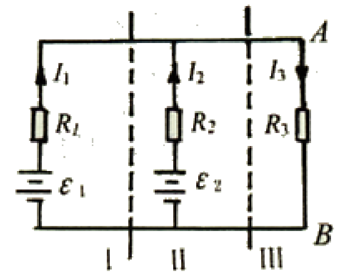


图2-15

的解法，即采用电路隔离法.

气体从初态过渡到末态时质量恒定，所以可利用状态方程求解.

先将整个电路按虚线划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个部分，则有：

$U_{AB}=\varepsilon_1—I_1$（R_1+2r）……①

$U_{AB}=\varepsilon_2—I_2$（R_2+2r）………………②

$U_{AB}=I_3R_3$……………………③

$I_1+I_2=I_3$………………④

联立①②③④四式解得：$I_1=0.6A,I_2=0.4A,I_3=1A$,电池组ε的端电压 $U_1=2.4V$，电池组ε_2的端电压 $U_2=2.6V$.

例 16　如图 2—16 所示，两根相互平行的间距 L=0.4m 的金属导轨水平放在 B=0.2T 的匀强磁场中，磁场垂直于导轨平面，导轨上的滑杆 ab、cd 所受摩擦力均为 0.2N，两杆电阻均为 0.1Ω，导轨电阻不计.当 ab 受到恒力 F 作用时,ab 以 v_1 做匀速运动，cd 以 v_2 做匀速运动，求通过 ab 杆的电流强度的大小和方向.

解析　要求通过 ab 杆的电流强度，应通过 ab 杆受的安培力求解，这就需要隔离出 ab 杆进行受力分析.

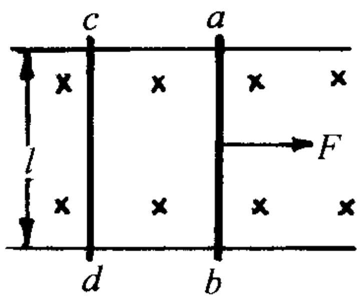


图2-16

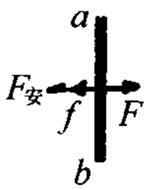


图2-16-甲

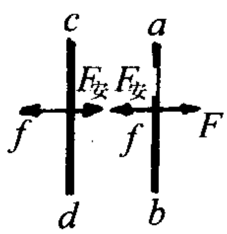


图2-16-乙

以 ab 杆为研究对象，因右手定则确定电流的方向为 b→a，受力如图 2—6—甲所示.因为 ab 杆匀速运动处于平衡状态，故有

$F=f+BIL$.

再以滑杆 ab、cd 整体作为研究对象，受力如图 2—16—乙所示，因为 ab、cd 均做匀速运动，受力平衡，故有

$$F=2f=0.4N.$$

代入上式，解得通过 ab 杆的电流为

$$I=\frac{F-f}{BL}=2.6A$$

所以通过 ab 杆的电流的大小为 2.5A，方向 b→a.

针对训练

1．质量为 8kg 的木块 m 放在质量为 16kg 的木板 M 上，并通过滑轮用细绳连接，如图 2—17 所示，M 与 m 间，M 与水平地面间的动摩擦因数μ均为 0.25，滑轮摩擦不计.欲使 M 向匀速运动，水平拉力应为多大？（g 取 $10m/s^2$）

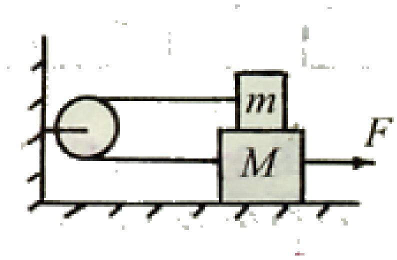


图2-17

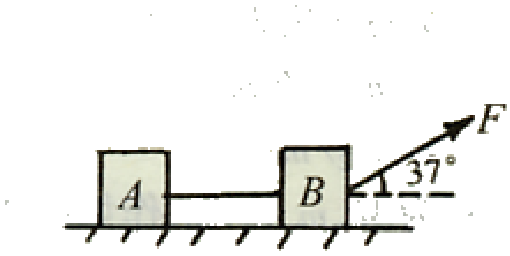


图2-18

2．在水平面上有两个物体 A 和 B，它们之间用不可伸缩的质量不计的细绳连接起来，其中 m_A=3kg,m_B=2kg，它们与地面间的动摩擦因数μ=0.1.如图 2—18 所示，今用一与水平方向成 37°角、大小为 10N 的恒力拉 B，使 AB 一起向右做匀加速直线运动，试求 A 对 B 的拉力.（g 取 $10m/s^2$）

3．如图 2—19 所示，小物体 m 放在大物体 M 上，M 系在固定于墙上的水平弹簧的另一端，并置于光滑水平面上，若弹簧的劲度系数为 k，将 M 向右拉离平衡位置 x 后无初速度释放，在以后的运动中 M 与 m 保持相对静止，那么 m 在运动中受到的最大和最小摩擦力分别为多大？

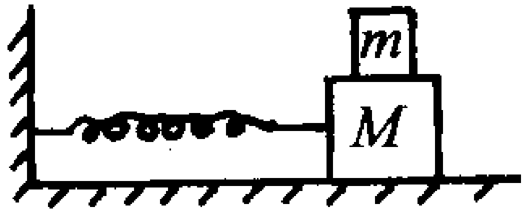


图2-19

4．电梯内有一个物体，质量为 m，用细线挂在电梯的天花板上，当电梯以 g/3 的加速度竖直加速度竖直加速下降时（g 为重力加速度），细线对物体的拉力为（　　）

A．2/3mg　　B．1/3mg　　C．4/3mg　　D．mg

5．两物体 A 和 B，质量分别为 m_1 和 m_2，互相接触放在光滑水平面上，如图 2—20 所示，对物体 A 施以水平的推力 F，则物体 A 对物体 B 的作用力等于（　　）

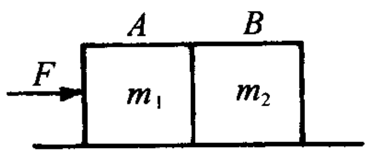


图2-20

A．$m_1F/(m_1+m_2)$　　B．$m_2F/(m_1+m_2)$

C．F　　D．m_2/m_1F

6．在光滑水平面上有一木板，一木棒 A、B 可沿水平轴 O 转动，其下端 B 搁在木板下，而整个系统处于静止状态（如图 2—21 所示）.现在用水平力 F 向左推木板，但木板仍未动.由此可以得出结论：施力 F 后，木板和木棒之间的正压力（　　）

A．变大　　　　　B．不变

C．变小　　　　　D．条件不足，不能判断如何改变

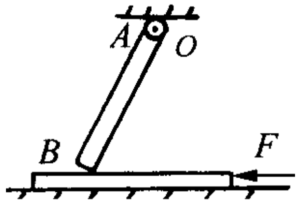


图2-21

7．如图 2—22 所示，两木块的质量分别为 m_1 和 m_2，两轻质弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2，上面木块压在上面的弹簧上（但不拴接），整个系统处于平衡状态.现缓慢向上提上面的木块，直到它刚离开上面弹簧，在这过程中下面木块移动的距离为（　　）

A．m_1g/k_1　　　　　B．m_2g/k_1

C．m_1g/k_2　　　　　D．m_2g/k_2

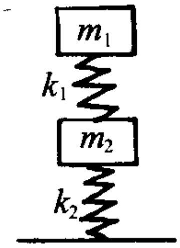


图2-22

8．如图 2—23，质量为 2m 的物块 A 与水平地面的摩擦可忽略不计，质量为 m 的物块 B 与地面的摩擦系数为μ.在已知水平推力 F 的作用下，AB 做加速运动，A 对 B 的作用力为___.

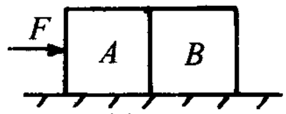


图2-23

9．如图 2—24 所示，两块木块 A 和 B，质量分别为 m_A 和 m_B，紧挨着并排在水平桌面上，AB 间的接触面垂直于图中纸面且与水平面成θ角。A、B 间的接触面是光滑的，但它们与水平桌面间有摩擦，静摩擦系数和滑动摩擦系数均为μ.开始时 A、B 都静止，现施一水平推力 F 于 A.要使 A、B 向右加速运动且 A、B 之间不发生相对滑动，则

（1）μ的数值应满足什么条件？

（2）推力 F 的最大值不能超过多少？

（只考虑平动，不考虑转动问题）

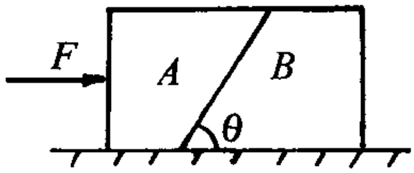


图2-24

10．系统如图 2—25 所示，滑轮与绳的质量忽略，绳不可伸长。设系统所有部位都没有摩擦，物体 B 借助导轨（图中未画出来）被限定沿物体 C 的右侧面运动，试求物体 C 的运动加速度。

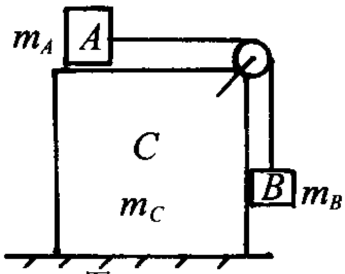


图2-25

11．质量分别为 m_1、m_2 和 m_3 的三个质点 A、B、C 位于光滑的水平桌面上，用已拉直的不可伸长的柔软的轻绳 AB 和 BC 连接，角 ABC 为 $\pi-\alpha,\alpha$ 为一锐角，如图 2—26 所示，今有一冲量为 I 的冲击力沿 BC 方向作用于质点 C，求质点 A 开始运动时的速度.

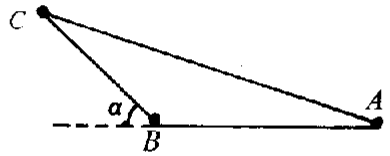


图2-26

12．如图 2—27 所示，四个质量均为 m 的质点，用同样长度且不可伸长的轻绳连结成菱形 ABCD，静止放在水平光滑的桌面上.若突然给质点 A 一个力时极短沿 CA 方向的冲击，当冲击结束的时刻，质点 A 的速度为 V，其他质点也获得一定的速度，$\angle BAD=2\alpha(\alpha<\dfrac{\pi}{4})$.求此质点系统受到冲击后所具有的总动量和总能量.

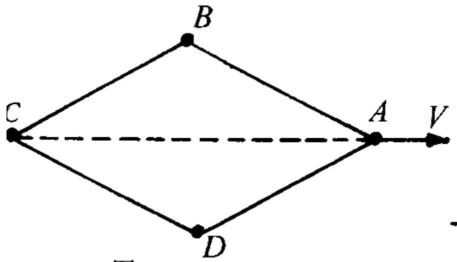


图2-27

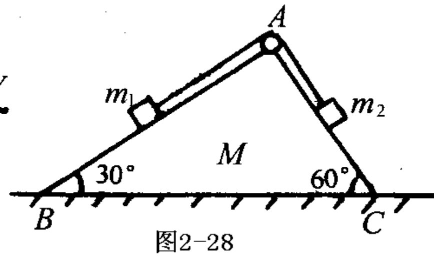


图2-28

13．如图 2—28 所示，一三角木块 ABC 置于光滑水平面上，两斜边与平面夹角分别为 30°、60°.在斜边上有两个物体 m_1、m_2，用不可伸长的细绳连接并跨在顶点 A 的定滑轮上，m_1、m_2 可在斜面上无摩擦地滑动.已知木块的质量为 M，三物体的质量比为 $m_1:m_2:M=4:1:16$，滑轮光滑且质量可忽略.

（1）求 M 的加速度 a 及 m_1 相对于 M 的加速度 a'

（2）若 m_1 从静止开始沿斜面移动 20cm，求 M 沿水平面移动的距离.

14．如图 2—29 所示，可沿气缸壁自由活动的活塞将密封的圆筒形气缸分隔成 A、B 两部分.活塞与气缸顶部有一弹簧相连.当活塞位于气缸底部时弹簧恰好无形变，开始时 B 内充有一定量的气体，A 内是真空，B 部分高度为 l_1=0.10 米，此时活塞受到的弹簧作用力与重力的大小相等.现将整个装置倒置.达到新的平衡后 B 部分的高度 L_2 于多少？设温度不变.

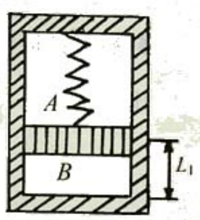


图2-29

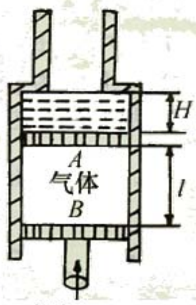


图2-30

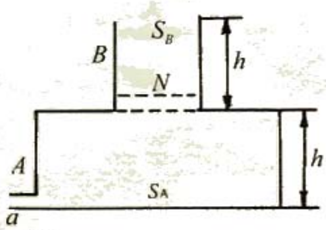


图2-31

15．图 2—30 中竖直圆筒是固定不动的，粗筒横截面积是细筒的 4 倍，细筒足够长.粗筒中 A、B 两轻质活塞间封有空气，气柱长 l=20 厘米.活塞 A 上方的水银深 H=10 厘米，两活塞与筒壁间的摩擦不计.用外力向上托住活塞 B，使之处于平衡状态，水银面与粗筒上端相平.现使活塞 B 缓慢上移，直至水银的一半被推入细筒中，求活塞 B 上移的距离（设在整个过程中气柱的温度不变，大气压强 p_0 相当于 75 厘米高的水银柱产生的压强）.

16．如图 2—31 是容器的截面图，它是由 A、B 两部分构成，两部分都是圆筒形，高度都是 h，底面积 S_B=S，S_A=2S，容器下端有一小孔 a 与大气相通，上端开口，B 中有一质量为 m 厚度不计的活塞，它与 B 的器壁有摩擦，最大摩擦力为 f(f)mg，开始时活塞 N 位于 B 的最下端，已知大气压强为 p_0，当时温度为 T_0，现把 a 孔封闭，为保证封闭气体不与外界相通，筒中气体温度允许在多大范围内变化？

17．如图 2—32 所示，长为 2l 的圆形筒形气缸可沿摩擦因数为 μ 的水平面滑动，在气缸中央有一个截面积为 S 的活塞，气缸内气体的温度为 T_0，压强为 p_0（大气压强也为 p_0）.在墙壁与活塞之间装有劲度系数为 k 的弹簧，当活塞处于如图位置时，弹簧恰好在原长位置.今使气缸内气体体积增加一倍，问气体的温度应达到多少？（气缸内壁光滑，活塞和气缸总质量为 m）.

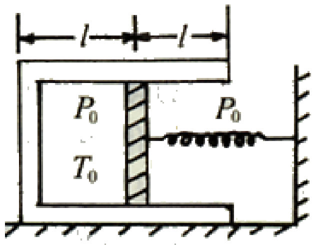


图2-32

18．A、B 两带电小球，A 固定不动，B 的质量为 m.在库仑作用下，B 由静止开始运动.已知初始时 A、B 间的距离为 d，B 的加速度为 a。经过一段时间后，B 的加速度变为 a/4，此时 A、B 间的距离应为_______.已知此时 B 的速度为 v，则在此过程中电势能的减少量为______.

19. 如图 2—33 所示，是电磁流量计的示意图，在非磁性材料做成的圆管道外加一匀强磁场区域，当管中的导电液体流过磁场区域时，测出管壁上、下表面两点 a、b 间的电动势为 ε，从而可求出管中液体在单位时间内的流量 Q.已知圆管的内径为 D，磁感应强度为 B，试推导出 Q 与 ε 的关系表达式.

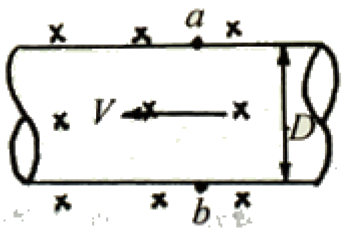


图2-33

20．如图 2—34 所示，一矩形管中（管长为 l，两侧面为导电面，并有导线在外面与之相连，上下面则为绝缘面）有电阻率为 ρ 的水银流动，当其一端加上压强 p 时，水银的流速为 v_0.现在竖直方向加上磁感应强度为 B 的匀强磁场.试证明：此时水银的流速为

$v=v_0(1+\frac{v_0B^2L}{\rho p})^{-1}$.（设水银的速度与压强成正比）

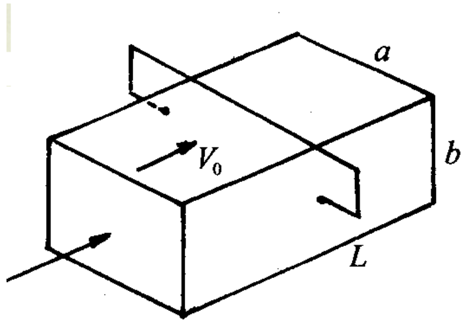


图2—34

答案：

1．F=100N　2．T=5.16N　3．$f_{\max}=\frac{mkx}{M+m}$　$f_{\min}=0$　4．A　5．B　6．C　7．C

8．$(F+2mg)/3$　9．（1）$\mu<\frac{M_A}{m_A+m_B}\tan\theta$　（2）F$<\frac{(m_A+m_B)m_A\cdot g}{m_B}(\tan\theta-\mu)$

10．$a_C=\frac{m_Am_Bg}{(m_A+m_B+m_C)(m_A+m_B)-m_A}$

11．$v_A=\frac{lm_2\cos\alpha}{m_2(m_1+m_2+m_3)+m_1m_2\sin^2\alpha}$方向沿 AB 方向

12．P=$\frac{4mv}{1+2\sin^2\alpha}$　E=$\frac{2mv^2}{(1+2\sin^2\alpha)}$

13．（1）$a=0.5m/s^2$　$a'=0.64m/s^2$　（2） 3.78cm

14．0.2m　15．8cm　16．$\frac{p_0S+mg-f}{p_0S}T_0\le T\le\frac{p_0S+mg+f}{p_0S}T_0$

17．摩擦力足够大时$T=2(1+\frac{kl}{p_0S})T_0$　摩擦力不是足够大时$T=2(1+\frac{\mu mg}{p_0S})T_0$

18．$2d,\frac{1}{2}mv^2$　19．$Q=\pi D\varepsilon/(4B)$　20．证明略