

第4讲 惯性参考系与惯性力

知识点睛

失重与超重

某同学质量约为 46kg ，他站在电梯中的体重计上，然后乘坐电梯从1层直接到10层，之后又从10层直接回到1层，并用照相机进行了相关记录，如图所示。从图中我们可以看到，在电梯启动和制动的过程中，体重计的示数并不等于该同学的实际体重。因此，我们首先要弄清实重与视重两个概念。

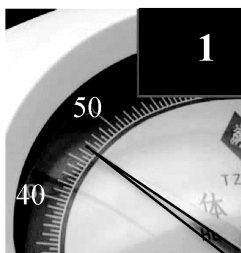


图 1

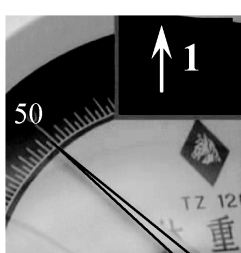


图 2

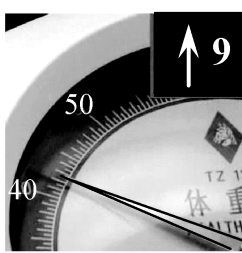


图 3

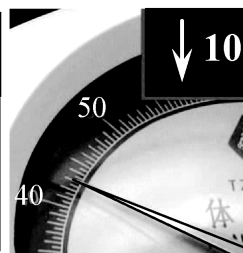


图 4

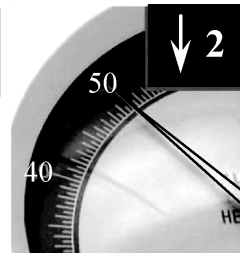


图 5

定义

实重：物体实际所受的重力。实重不会因物体运动状态的改变而变化。

视重：当物体在竖直方向有加速度时，物体对弹簧秤的拉力（台秤的压力）将不等于物体的重力，弹簧秤（台秤）的示数叫做物体的视重。

（1）超重：（如下左图）电梯以加速度向上加速时，由牛顿第二运动定律得：

$$F_N - mg = ma$$

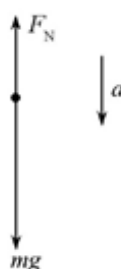
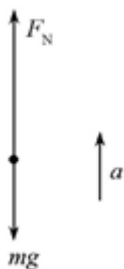
故：

$$F_N = m(a + g)$$

由牛顿第三运动定律知，人对地板的压力大小

$$F' = m(a + g) > mg$$

我们把这种视重大于实重的现象叫做**超重**。



(2) **失重**：(如上右图) 电梯以加速度向下加速时，由牛顿第二运动定律得：

$$mg - F_N = ma$$

故

$$F_N = m(g - a)$$

由牛顿第三运动定律知，人对地板的压力大小

$$F' = m(g - a) < mg$$

我们把这种视重小于实重的现象叫做**失重**。

总结起来也就是说：

	定义	产生条件
超重	视重大于实重的现象	物体具有竖直向上的加速度
失重	视重小于实重的现象	物体具有竖直向下的加速度
完全失重现象	视重等于零的现象	物体具有竖直向下的加速度 $a = g$ 。即 $mg - F_N = mg$ ($F_N = 0$)，此时物体对支持物的压力（或物体对悬挂物的拉力）的大小变为零

头脑风暴

如图所示，某同学在教室中站在体重计上研究超重与失重．她由稳定的站姿变化到稳定的蹲姿称为“下蹲”过程；由稳定的蹲姿变化到稳定的站姿称为“起立”过程．关于她的实验现象，下列说法中正确的是（ ）



- A. 只有“起立”过程，才能出现失重的现象
- B. 只有“下蹲”过程，才能出现超重的现象
- C. “起立”、“下蹲”的过程，都能出现超重和失重的现象
- D. “起立”的过程，先出现超重现象后出现失重现象

答案 CD

解析 下蹲过程中，人先向下做加速运动，后向下做减速运动，所以先处于失重状态后处于超重状态；人从下蹲状态站起来的过程中，先向上做加速运动，后向上做减速运动，最后回到静止状态，人先处于超重状态后处于失重状态，故A、B错误，C、D正确．
故选C、D．

- 2 一名杂技演员去表演节目，路上要经过一座小桥．小桥只能承受 100kg 的重量．而杂技演员的体重为 90kg ，他还带着两个各重 10kg 的铁球．总重量明显比桥的承受力要高，该怎么办呢？杂技演员灵机一动，想出了一个好办法．他把两个球轮流抛向空中，这样每时刻总有一个球在空中，那么他就可以顺利过桥了．请问如果这样做的话，桥能支撑住吗？



答案 在手接球和手抛球的时刻，由于处于超重状态，桥需要提供的支持力会超过 100kg ，所以桥支撑不住。

解析 略

惯性参考系与惯性力

定义

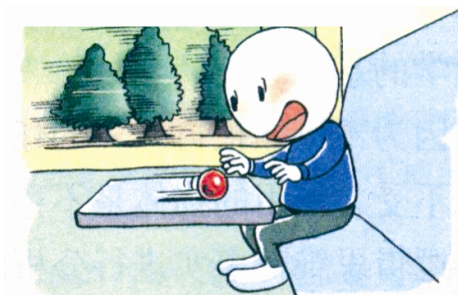
根据运动的相对性，对于不同的参考系，物体往往有不同的加速度，在一个参考系中作匀速运动的物体，在另一个参考系中可能有加速度。牛顿第一定律断言，存在着一个参考系，在此参考系中，物体的运动遵循牛顿第一定律，这样一个参考系称为**惯性参考系**，简称**惯性系**。

如果 S 为一惯性系，则任何对于 S 作等速直线运动的参考系 S' 都是惯性系；而对于 S 作加速运动的参照系则是**非惯性参考系**（非惯性系）。

也就是说，牛顿第一定律实际上定义了一个惯性系，并断言惯性系一定存在。

以牛顿运动定律的知识考虑下面的情况。

火车车厢内有一水平的光滑桌面，桌面上有一个小球，如果火车停在水平的铁轨上，小球能够静止在桌面上。现在使火车突然（相对地面）向左加速，加速度为 a_0 ，这时小球将如何运动呢？



地面上的观察者认为：小球将静止在原地，符合牛顿第一定律；

车上的观察者觉得：小球以 $-a_0$ 相对于小车作加速运动；根据牛顿第三定律，力是物体与物体之间的相互作用，对于在列车上的人来说，小球在水平方向不受其它物体的作用；但根据他所了解的牛顿第二定律，小球之所以对小车有加速度 $-a_0$ ，却一定是因为受到了一个指向右方的作用力，且力的大小为 ma_0 。物理上把这个力命名为**惯性力**。

惯性力的性质：

①惯性力不是物体间的相互作用。因此，没有反作用力。

②惯性力的大小等于研究对象的质量 m 与非惯性系的加速度 \vec{a}_0 的乘积，而方向与 \vec{a}_0 相反，即：

$$\vec{f}^* = -m\vec{a}_0$$

③我们把牛顿运动定律成立的参考系叫惯性系，不成立的叫非惯性系，设一个参考系相对绝对空间加速度为 \vec{a}_0 ，物体受相对此参考系加速度为 \vec{a}' ，牛顿定律可以写成：

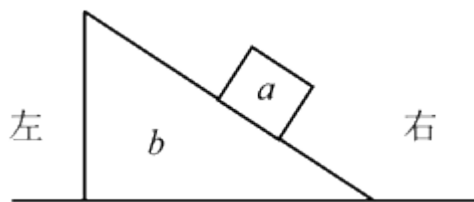
$$\vec{F} + \vec{f}^* = m\vec{a}'$$

其中 \vec{F} 为物理受的“真实的力”， \vec{f}^* 为惯性力，是个“假力”。

④如果研究对象是刚体，则惯性力等效作用点在质心处。

头脑风暴

- 3 如图，水平地面上有一楔形物体 b ， b 的斜面上有一小物块 a ； a 与 b 之间、 b 与地面之间均存在摩擦。已知楔形物体 b 静止时， a 静止在 b 的斜面上。现给 a 和 b 一个共同的向左的初速度，与 a 和 b 都静止时相比，此时可能（ ）



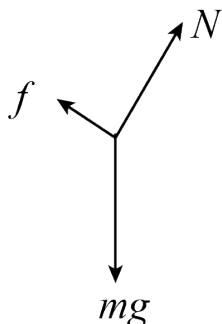
- A. a 与 b 之间的压力减少，且 a 相对 b 向下滑动
- B. a 与 b 之间的压力增大，且 a 相对 b 向上滑动
- C. a 与 b 之间的压力增大，且 a 相对 b 静止不动
- D. b 与地面之间的压力不变，且 a 相对 b 向上滑动

答案 BC

解析

本题同样可以在地面参考系中分析，但由于存在多种可能性，讨论起来比较复杂。下面我们仍以**b**为参考系，借助惯性力来分析。

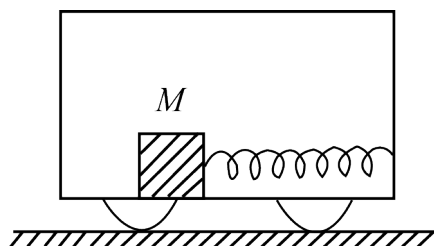
首先，**a**、**b**均静止时，在地面参考系中可知**a**受到重力 mg 、支持力 N 、摩擦力 f 保持平衡，如图所示。



当**a**、**b**向左运动时，由于地面存在摩擦力，因此**b**应有向右的加速度，做减速运动，以**b**为参考系，物块**a**的受力应增加一个水平向左的惯性力。在此参考系中，物块**a**在垂直斜面方向没有加速度，由平衡条件可知，支持力 N 一定增大。在沿斜面方向分析可知：摩擦力可以减小或反向增大，因此，物块**a**可能继续保持静止或沿斜面向上滑动，但绝不可能沿斜面向下滑动(因为原来的静摩擦力小于最大静摩擦力)，BC正确。

故选BC。

- 4 如图所示，被水平拉伸的轻弹簧右端拴在小车壁上，左端拴一质量为 10kg 的物块**M**。小车静止不动，弹簧对物块的弹力大小为 5N 时，物块处于静止状态。当小车向右做加速运动，且加速度逐渐由 0 增加到 1m/s^2 的过程中（ ）



- A. 物块**M**相对小车仍静止
- B. 物块**M**受到的摩擦力一直减少
- C. 物体**M**受到的摩擦力一直增大
- D. 物体**M**受到的摩擦力先减少后增大

答案 AD

解析 引入惯性力的概念，此时相当于给物体增加了一个水平向左的惯性力，而且此力的大小从 0 开始逐渐增大到 10N ，按照题中条件，摩擦力可以达到 5N ，因此物体始终与小车相对

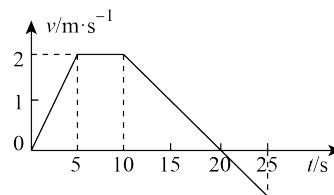
静止．摩擦力先减小再反向增大．

故选AD．

例题精讲

基础训练

- 5 某同学站在电梯底板上，利用速度传感器和计算机研究一观光电梯升降过程中的情况，如图所示的 $v-t$ 图象是计算机显示的观光电梯在某一段时间内速度变化的情况（向上为正方向）．根据图象提供的信息，可以判断下列说法中错误的是（ ）



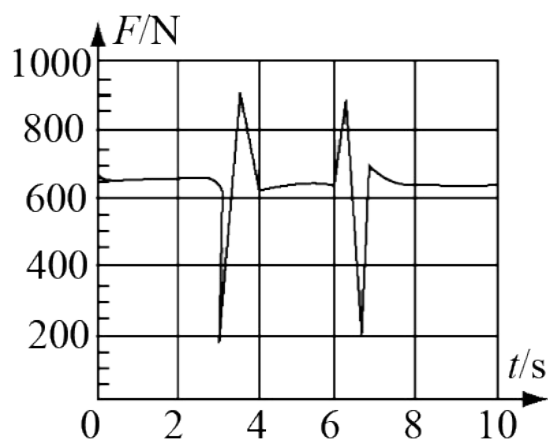
- A. 在 $0-5\text{s}$ 内，该同学处于超重状态
- B. 在 $5\text{s}-10\text{s}$ 内，该同学对电梯底板的压力等于他所受的重力
- C. 在 $10\text{s}-20\text{s}$ 内，该同学处于失重状态
- D. 在 $20\text{s}-25\text{s}$ 内，观光电梯在加速下降，该同学处于超重状态

答案 D

- 解析 A. $0-5\text{s}$ 内，电梯向上做匀加速直线运动，同学处于超重状态，A 正确；
 B. $5\text{s}-10\text{s}$ 内，电梯做匀速直线运动，则同学对电梯底板的压力等于他受到的重力，B 正确；
 C. $10-20\text{s}$ 内，电梯向上做匀减速直线运动，同学处于失重状态，C 正确；
 D. $20-25\text{s}$ 内，电梯向下做匀加速直线运动，同学处于失重状态，D 错误。

题目要求选择错误的，所以正确答案为 D。

- 6 如图所示是某同学站在力板传感器上做下蹲一起立的动作时记录的压力 F 随时间 t 变化的图线．由图线可知该同学（ ）

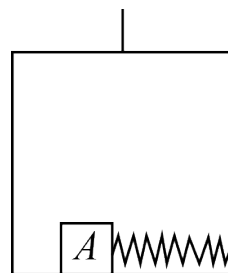


- A. 体重约为650N
- B. 做了两次下蹲一起立的动作
- C. 做了一次下蹲一起立的动作，且下蹲后约2s起立
- D. 下蹲过程中先处于超重状态后处于失重状态

答案 AC

解析 略

- 7 如图所示，在竖直方向上匀速运动的升降机内，一个有一定质量的物体A，被一根伸长的弹簧拉住，静止在升降机地板上。某时刻发现物体A突然被弹簧拉向右方。关于该时刻升降机的运动情况，下列判断正确的是（ ）



- A. 一定是开始加速上升
- B. 一定是开始减速上升
- C. 可能是开始加速下降
- D. 可能是开始减速下降

答案 C

解析 电梯运动瞬间，弹簧拉力不变，那么A突然拉向右方说明A的最大静摩擦变小，说明A所受的支持力变小，说明A处于失重状态，有可能加速下降或减速上升。

故选C .

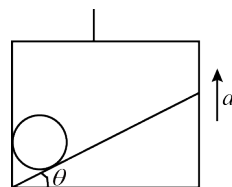
- 8 某同学用一个空的“易拉罐”做实验，他在靠近罐底的侧面打一个小洞，用手指堵住洞口，向“易拉罐”里面注满水，再把它悬挂在电梯的天花板上．当电梯 静止时，他移开手指，水就从洞口喷射出来，在水未流完之前，电梯启动加速上升．关于电梯启动前、后的两个瞬间水的喷射情况，下列说法中正确的是（ ）

- A. 电梯启动前后水的喷射速率不变 B. 电梯启动后水不再从孔中喷出
C. 电梯启动后水的喷射速率突然变大 D. 电梯启动后水的喷射速率突然变小

答案 C

解析 当电梯不动时，水只是在重力的作用下流出，此时流出的水做的是自由落体运动，当电梯加速上升时，此时电梯处于超重状态，水受到的作用力也要变大，所以水的喷射速率会变大，所以C正确，ABD错误．
故选C .

- 9 如图所示，升降机中的斜面和竖直壁之间放一质量为 10kg 的小球，斜面倾角为 30° ，当升降机以 5m/s^2 的加速度竖直上升时．求：

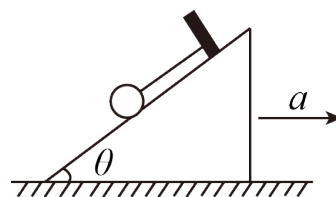


- (1) 小球对斜面的压力；
(2) 小球对竖直墙壁的压力．

答案 (1) $100\sqrt{3}\text{N}$ ，垂直斜面向下
(2) $50\sqrt{3}\text{N}$ ，水平向左

解析 (1) 略．
(2) 略．

如图所示，质量为 $m = 10\text{kg}$ 的小球挂在倾角为 $\theta = 37^\circ$ 、质量为 $M = 40\text{kg}$ 的光滑斜面的固定铁杆上。

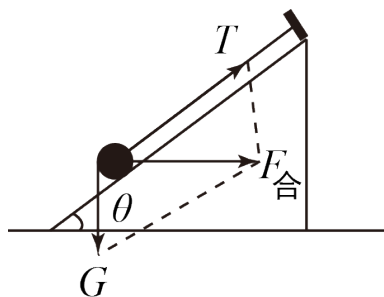


- (1) 当斜面和小球以 $a_1 = 0.5g$ 的加速度向右匀加速运动时，小球对绳的拉力和对斜面的压力分别为多少？
- (2) 当斜面和小球都以 $a_2 = \sqrt{3}g$ 的加速度向右匀加速运动时，小球对绳的拉力和对斜面的压力又分别是多少？（ g 取 10m/s^2 ）

答案 (1) 100N ； 50N

(2) 200N ； 0

解析 (1) 当加速度 a 较小时，小球与斜面一起运动，此时小球受重力、绳子拉力和斜面的支持力，绳子平行于斜面；当加速度 a 足够大时，小球将飞离斜面，此时小球仅受重力与绳子的拉力作用，绳子与水平方向的夹角未知，而题目要求出当斜面以 5m/s^2 的加速度向右做加速运动时，绳的拉力及斜面对小球的弹力，必须先求出小球离开斜面的临界加速度 a_0 ，（此时小球所受斜面的支持力恰好为零）小球的受力如图：



由牛顿第二定律得：

$$\text{临界加速度 } a_0 = g \cot \theta = \frac{4}{3}g$$

当 $a_1 = 0.5g < a_0$ ，物体随斜面一起运动，

$$F_T \cos \theta - F_N \sin \theta = ma,$$

$$\text{得： } F_N = 50\text{N},$$

$$F_T \sin \theta + F_N \cos \theta = mg,$$

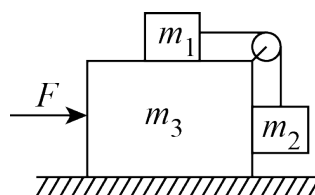
得： $F_T = 100\text{N}$.

答：当斜面和小球都以 $a_1 = \frac{1}{2}g$ 的加速度向右匀加速运动时，小球对绳的拉力和对斜面的压力分别为100N和50N .

(2) 当 $a_2 = \sqrt{3}g > a_0$, 则 , $F_N = 0$, $F_T \cos \alpha = ma$, $F_T \sin \alpha = mg$, 得： $F_T = 200\text{N}$.

答：当斜面和小球都以 $a_2 = \sqrt{3}g$ 的加速度向右匀加速运动时，小球对绳的拉力和对斜面的压力分别是200N和0N .

- 11 三个物体的质量分别为 m_1 、 m_2 和 m_3 ，质量为 m_3 的物体放在光滑的水平面上，各处的摩擦均不计，要使三个物体无相对运动，则水平推力 F 应为多大？（重力加速度为 g ）



答案 $\frac{(m_1 + m_2 + m_3)m_2g}{m_1}$

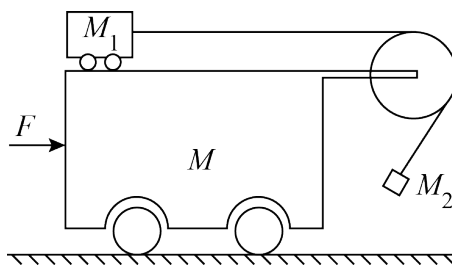
解析 根据牛顿第二定律，对 m_2 研究， m_2 研究竖直方向上没有加速度，受力平衡，则得绳子的拉力大小为： $T = m_2g$,

对 m_1 研究， $a = \frac{T}{m_1} = \frac{m_2g}{m_1}$,

对整体： $F = (m_1 + m_2 + m_3)a = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)m_2g}{m_1}$.

进阶拓展

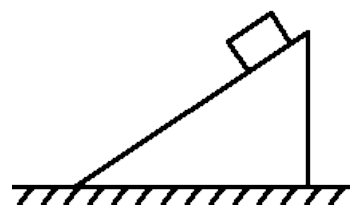
- 12 如图所示，为使 $M_1 = 5\text{kg}$ ， $M_2 = 4\text{kg}$ 、相对 $M = 21\text{kg}$ 静止，求需以多大水平力 F 作用于 M 上？忽略摩擦， M_1 和 M_2 用不可伸长轻绳相连 .



答案 400N

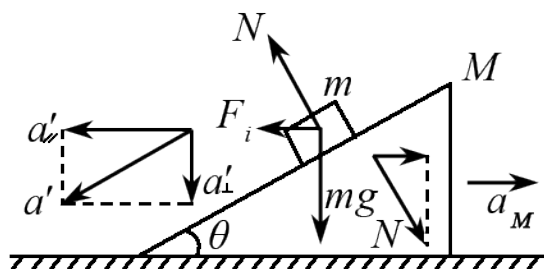
解析 设绳子中的拉力为 T ，在非惯性系 M 中，
若设加速度为 a_0 ，则对 M_1 有： $T = M_1 a_0$ ①，
对 M_2 有： $T^2 = (M_2 g)^2 + (M_2 a_0)^2$ ②，
联立①，②式可得 $a_0 = \frac{M_2}{\sqrt{M_1^2 - M_2^2}} g = \frac{4}{3} g$ ，
所以，用整体法 $F = (M + M_1 + M_3) a_0 = 400 \text{ N}$ 。

- 13 如图所示，光滑的水平面上放一个大三角形木块，在木块的光滑斜面上放一个小长方木块将两者从静止自由释放，试利用平移惯性力建立小长方木块相对大三角形木块的动力学方程，以协助判定小长方木块到达地面前是否会离开大木块。



答案 N 恒为正,表明小木块到达地面前不会离开大木块。

解析 小木块离开大木块前，大木块相对地面系的有关量和小木块相对大木块(平动加速非惯性系)的有关量，均已在图中示出。



据此可列下述方程组：

$$M \text{ 相对地面: } N \sin \theta = M a_M,$$

$$m \text{ 相对 } M: mg - N \cos \theta = m a'_{\perp},$$

$$N \sin \theta + F_i = m a'_{\parallel},$$

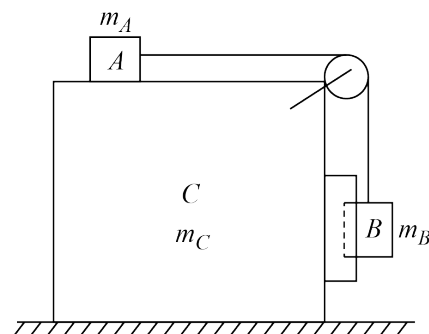
$$F_i = m a_M,$$

$$\text{运动关联: } a'_{\perp} = a'_{\parallel} \tan \theta.$$

$$\text{解得 } N = \frac{mg \cos \theta}{1 + \frac{m}{M} \sin^2 \theta} > 0,$$

N 恒为正，表明小木块到达地面前不会离开大木块。

- 14 系统如图所示，滑轮与细绳的质量均可略，绳不可伸长。设系统所有部位都没有摩擦，物体 B 借助于固定在大滑块 C 右侧的导轨被限定沿 C 的右侧面运动，试求大滑块 C 的运动加速度 a_C 。

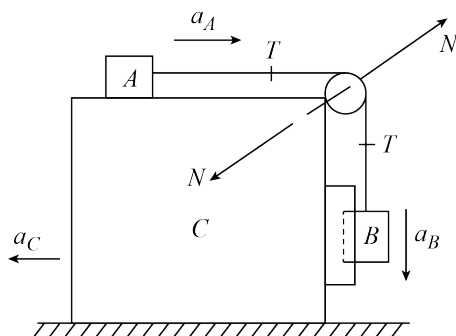


答案

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

解析

系统运动参量和力参量如图所示，可为物块 A ， B ， C 建立动力学方程：



$$A: T = m_A a_A, \quad (1)$$

$$B: m_B g - T = m_B a_B, \quad (2)$$

$$C: N_{//} = (m_C + m_B) a_C, \quad (3)$$

其中 $N_{//}$ 是滑轮上一段绳对物块 C 作用力 N 的水平分量。滑轮上一段绳的质量因可略而处理成零，于是它所受支持力的水平分量 $N_{//}$ 应与水平绳中张力 T 平衡，即有

$$N_{//} = T. \quad (4)$$

四个方程5个未知量，不可求解，需再补充 A ， B ， C 运动关联方程。先设 C 不动，则 A 右移量 l_A ， B 下移量 l_{B1} ；再令 A 不动， C 左移量 l_C ， B 又有下移量 l_{B2} 。于是得

$$l_B = l_{B1} + l_{B2} = l_A + l_C,$$

此式对时间求导，得 $v_B = v_A + v_C$ ，再求导，即得运动关联方程

$$a_B = a_A + a_C. \quad (5)$$

①~⑤方程联立，可解得

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

阅读材料

宇航员的太空生活

吃——最容易的事变得复杂奇妙

吃饭、喝水对于生活在地球上的人来说，是一件再平常不过的事了，但在失重环境下的太空生活，宇航员的饮食就变得十分复杂而且特别奇妙。可以说，宇航员的营养需求、食品制备、供给和他们的进食方式等都有一定的特殊性，与他们在地面生活的饮食有着很大的不同。航天食品从本质上讲与地面普通食品是一样的，都是为人体提供能量和营养。但为了节省飞船的空间和发射时的有效载荷，宇航员携带的航天食品应尽可能重量轻、体积小。如营养好的干化饼干和干化香肠，吃时用水泡一下，即可恢复到与新鲜食品相近的味道。航天食品除了要能经受住航天特殊环境因素的影响，如冲击、振动、加速度等的考验而不失效外，还必须针对宇航员在失重条件下生理改变的指数对膳食的营养素作适当调整，如肌肉萎缩就要求食品必须提供充足的优质蛋白质；骨质丢失则要求食品提供充足的钙以及适宜的钙磷比例和维生素等。

宇航员在航天飞行活动中如何进食，对他们来说是一个不小的考验。在失重条件下，一杯盛满水的杯子朝下朝上放都一样，杯子里的水不会自动飘浮或洒落出来，如果放在桌子上，杯子会连同水一起飞起来。所以说，宇航员在地面上原有的吃饭、喝水习惯到了太空就完全不能适用了。一般来讲，各种食物、零件、用具等都是固定好了的。宇航员从食品柜里拿出食品后，要把装食品的复合塑料膜袋剪开一个小口，把叉子和筷子伸进口袋里叉着往嘴里送。为了防止食品碎屑到处飘飞，影响宇航员或设备的正常工作，这种食品往往都用小包装，制成与口大小相近的方块、长方块或小球状的“一口吃”食品，吃时不必再切开。如果宇航员要喝水，吃汤、羹、汁、果酱时，直接从塑料口袋或牙膏状的软铝管里，一点一点往嘴里挤就可以了。

随着火箭技术的发展，宇航员从地面带去的食品可以丰富些了。如湿食品或半湿食品的带汁火鸡、牛肉等，它们的水分含量和地面吃的正常食品相同。现在，宇航员们在太空舱里已经可以使用微波加热器来烘烤食物了。这种微波加热器与地面上使用的加热器有所不同。它上面有一些特制的凹进去的小格。为了防止加热时食物飘浮起来，需要加热的食物都必须固定在这些小格内，插上电源后，一会儿就

可以将食物加热到可口的程度。有了它，宇航员们就可以品尝到热烘烘、香喷喷的红烧牛肉、炒蛋、猪排等食物了，其口感与在地面没有多大区别。

穿——一件衣服价值千万美元、

人们对于服装的认识往往只局限于其蔽体、保暖、美观、大方等特点，可是当人类进入太空就会发现，航天服的作用早已超出了传统范畴。因为，太空接近真空的压力环境、极端的温度环境，缺乏生命所需的氧气，空间陨尘、空间碎片和空间辐射的威胁等，都需要航天服为宇航员在太空的生活和工作，提供一个良好的防护和保障系统。航天服按功能可分为舱内航天服和舱外航天服。舱内航天服用于飞船座舱发生泄漏、压力突然降低时，宇航员及时穿上它，接通舱内与之配套的供氧、供气系统，服装内就会立即充压供气，并能提供一定的温度保障和通信功能，保证宇航员在飞船发生故障时能够安全返回。而舱外航天服则更为复杂。它是宇航员出舱进入开放的宇宙空间进行活动的保障和支持系统。它不仅需要具备独立的生命保障和工作能力，包括极端热环境的防护和人体平衡控制、氧气供应和压力控制、服内微环境的通风净化、测控与通信系统、电源系统以及宇航员视觉防护与保障，而且还需具有良好活动性能的关节系统以及在主要系统故障情况下的应急供氧系统。舱外航天服结构上由微流量防护层(外罩)、真空隔热屏蔽层、气密限制层、通风结构和液冷服等组成，犹如一个独立的生命保障系统。一套舱外航天服系统通常比一个健硕的人还要重许多。它的价格自然也不菲，目前研制生产一件舱外航天服要花费上千万美元。

谈到航天服，不能不讲一下“太空喷气背包”。这种背包高约1.25米，宽约830毫米，总重150公斤，内装12公斤液氮，共有24个喷嘴。它像一把没有坐位的椅子，安在宇航员的背上。宇航员可以通过扶手上的开关控制24个微型喷嘴，喷射出背包里的压缩氮气，从而形成各个方向大小不同的反推力，实现不同方向的移动。有了这种喷气背包，宇航员就能在茫茫太空中随心所欲地翻筋斗、旋转，向上、向下、向前、向后地自由移动了。

住——密舱生活考验技巧

宇宙环境是极为恶劣的，对人体有害的主要因素是高真空、高缺氧、宇宙辐射、温度差异等。在这样的环境中宇航员是无法生存和工作的。于是，科学家研制出了一种与外界隔绝的密闭环境座舱用来保护宇航员。

供宇航员居住、生活和工作的密闭舱是宇宙飞船上的一个主要部分，是保证宇航员身体健康的环境控制与生命保障系统。生命保障系统最为重要的是供水系统。它的主要任务是供给宇航员生活用水和饮用水。密闭舱是一个狭小的环境，必须对不断产生的污染物加以净化，以维持舱内空气新鲜，保证宇航员的身体健康。

由于失重飘浮，宇航员行动起来不像在地面上那样自如，坐立不稳摇摇晃晃，稍一抬头仰身就有可能来个大翻身，弯腰时又可能翻筋斗，所以一切动作都得小心翼翼。航天飞行中，睡袋一般固定在飞船内的舱壁上。在失重时分不清上和下，站着躺着睡都一样，所以宇航员既可以靠着天花板睡，又可以笔直地站着靠墙壁睡，只要他高兴。为了防止无意中触及开关，他们睡觉时必须把双手束在胸前。宇宙空间中的睡觉姿势很特殊，失重时，身体完全放松会自然形成一种弓状姿势。在空间轨道站上，宇航员可享受分隔式卧室和床，但他们在睡觉时必须把自己捆在床上，以免翻身时因失重而飘离。

另外，在宇宙中航行的宇航员和地球上的人一样，也需要有个人清洁卫生的处理，如刷牙、洗脸、洗澡、大小便等等，但这一切都需要有特殊的设施和技巧。比如在失重时刷牙，牙膏泡沫很容易飘浮起来，水珠在舱内飞飘，会影响人的健康和仪器正常运转。为防止这个问题，美国采用一种特制的橡皮糖，让宇航员充分咀嚼以代替刷牙，达到清洁牙齿的目的。宇航员洗澡时，需要将耳朵塞上，带上护目镜，就像潜水员一样。当人进入浴室，还要穿上固定的拖鞋，这样就不会飘浮起来了。美国“奋进”号航天飞机上装备有一种太空马桶，造价高达2340万美元。这种马桶可贮存处理更多粪便，有独立的尿液分离器，可将尿和粪便分开处理。马桶上的气流导引装置，解决了失重条件下人体排泄的困难。

行——防止成为茫茫太空的人体卫星

1965年3月18日，苏联宇航员列昂诺夫离开“上升”2号飞船密闭舱，系着安全带第一次到茫茫太空中行走，开创了人类太空行走的先例。然而太空行走与人们在地面上的行走不能相提并论，其困难程度是常人难以想像的，需要诸多的特殊技术保障措施。由于太空处于真空状态，没有大气层的保护，温度变化也很大，太阳照射时温度可高于，无阳光时温度可低于，同时还存在着能伤害人体的各种辐射和微流星体，因此在太空行走时，必须身穿特制航天服。同时，由于宇宙飞船、空间站、航天飞机这些载人航天器密闭舱内的人造气压、空气组成基本与地面相同，故人体内吸有一定量的氮气，而航天服内的气压较低，仅为大气压的27.5%，宇航员如果猛然出舱，遇到低的气压后血液供应会较差，溶解在脂肪组织中的氮气游离出来却不能通过血液带到肺部排出而形成气泡，因此可能造成气栓堵塞血管，引发严重疾病。所以宇航员出舱前需要吸取纯氧将体内氮气排出，以免隐患。

在太空行走的宇航员围绕地球高速运行时，在广袤的空间中没有参照物，无法分清物体的远近大小、速度快慢，如无保险措施，就可能会丢失在茫茫太空中而成为人体卫星。再加上载人航天器和自己都在运动，宇航员有时会被搞得晕头转向，亦有可能出现危险，所以太空行走需要采取保险措施——身系安全带。安全带犹如婴儿的脐带将宇航员与航天器连接起来，以防宇航员在太空中走失。1984年2月7日，美国的“挑战者”号航天飞机在进行第11次飞行时，宇航员布鲁斯·麦坎德里斯穿着一一种带助推装置的航天服，首次在不系安全带的情况下在太空中自由行走了95分钟，捕获了已经停止工作的“太阳峰

年”人造卫星，并对其进行修理，排除故障后又将其重新送回轨道。布鲁斯完成了航天飞机首次捕获卫星的任务。这次太空行走也为人类在太空中的活动开创了新的天地。但为了保险起见，现在宇航员仍被要求系安全带。万一宇航员不能自己走回航天飞机，可以用牵引缆索把他拉回来。

太空生活看似有趣，实际上是对宇航员生存技巧的一大考验。看来要做个太空人，享受一下与地球人不一样的生活，还真不是件容易事。