

高中三年级物理

非标准化百题解答

刘玉杰 马化民 王玲丽 等编
田累林 李文斌 李 平

FEIBIAOZHUNHUABAITIJIEDA

北京师范大学出版社

编者的话

为了提高教学质量，帮助广大学生深入理解，灵活运用课堂所学知识，提高各种能力，《非标准化百题丛书》终于和读者见面了。

教育科研成果表明，只进行标准化题型训练和测验，并不能全面反映学生的水平。近两年来，有些科目毕业、升学考试标准化试题所占的比重逐渐降低，非标准化试题所占比重已达70%以上。为了促进学生的全面发展，本丛书编委会约请了一些有经验的优秀教师和教研员，共同编写了本丛书。

《非标准化百题解答》以国家教委新颁布的教学大纲为准绳，紧密结合各科新教材内容选题，由浅入深，由易到难。在编写内容上，按教学和考试要求注意题型多样化，安排了典型例题、基本练习题、巩固提高题三大部分，包含各种题型。各种题型均以习题的形式配有大量题目。巩固提高题配有答案，部分重点、难点题目安排了解题思路、解题方法和步骤。这实际是送给了学生一把金钥匙，便于学生举一反三，一通百通，从而起到巩固基础知识，提高解题能力的作用。

本丛书的内容，均根据不同的学年的教材内容编写，并酌情安排了学年综合训练，对于毕业年级，则安排了更为全面的综合训练，以加深对所写知识的理解，提高解题技巧。考虑到全国有数套不同版本的九年义务教育教材，其内容、

结构上有所差异，为了便于使用这些不同教材的学生使用本丛书，我们在编写时做了一些灵活变通，以满足不同的需要。

本丛书精选除“选择题”外的各种题型，并配有大量习题，各册所收习题较多，可有选择地使用。

本丛书所选题目难易适中，其中80%的题目适合一般学生使用，20%的提高型题目，供学有余力的学生提高解题技巧。

由于我们对组织编写这样一套丛书经验不足，加上时间仓促，未尽人意之处在所难免，错误疏漏之处可能存在，热切希望使用本丛书的教师和学生批评指正，以便再版时修订。

《非标准化百题解答》丛书编委会

1993年4月

目 录

一、牛顿运动定律.....	(1)
二、匀速圆周运动 万有引力定律.....	(35)
三、动量和动量守恒.....	(61)
四、能量和能量守恒.....	(87)
五、电场.....	(119)
六、磁场.....	(147)
七、电磁感应.....	(173)
综合练习一.....	(201)
综合练习二.....	(248)
参考答案或提示.....	(263)

一、牛顿运动定律

(一) 典型例题

例1. 将一滑块沿倾角 $\alpha=30^\circ$ 的斜面向上滑，初速度 $v_0=2$ 米/秒，滑块与斜面间的摩擦系数 $\mu=0.3$ ，求：滑块在斜面上滑行的距离 s 。

分析：这个题目是根据已知的受力情况来物体的运动情况。首先分析滑块所受的力。滑块受到三个力的作用：重力 mg ，支持力 N ，滑动摩擦力 f ，有些同学以为，滑块还受到一个沿斜面向上的作用力 F ，这种看法是不对的，滑块是靠惯性冲上斜面的，惯性并不是一种力。力是物体对物体的作用。 F 这个力我们找不到施力的物体，同此滑块不受这个力的作用。

我们把重力沿斜面方向和垂直于斜面分向为 F_1 和 F_2 ，滑块在垂直于斜面方向没有加速度， F_2 和 N 彼此平衡，所以合外力就是 F_1 与 f 的合力。

解：规定滑块初速度的方向为正方向，即规定沿斜面向上的方向为正方向。

$$a = \frac{F_{\text{合}}}{m} = \frac{-(F_1 + f)}{m} = \frac{-(mg\sin 30^\circ + \mu mg\cos 30^\circ)}{m}$$

$$= -g(\sin 30^\circ + \mu \cos 30^\circ)$$

再由运动学公式 $v_1^2 - v_0^2 = 2as$ 得

$$s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - v_0^2}{-2g(\sin 30^\circ + \mu \cos 30^\circ)}$$

$$= \frac{-2^2}{-2 \times 9.8 \times \left(\frac{1}{2} + 0.3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} \text{米} = 0.27 \text{米}$$

例2. 一质量为 500 克的物体，在光滑的水平面上受到一个不变的水平拉力作用，从静止开始运动，在头 4 秒钟内通过 160 厘米。问：（1）物体的加速度多大？（2）作用力是多少牛顿？（3）在 6 秒末把作用力撤走，这时物体将作什么运动？（4）物体在 8 秒末的速度是多少？（5）在 8 秒钟内物体通过的路程是多少？

解：（1）物体是在一个不变水平拉力作用下，从静止开始运动，拉力所产生的加速度也是不变的，所以物体是作初速度为零的匀加速直线运动，它的加速度可以从运动学公式求出

已知：s = 160 厘米 = 1.6 米，t = 4 秒。

根据 $s = \frac{1}{2}at^2$ 得

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 1.6}{4^2} = 0.2 (\text{米/秒}^2).$$

（2）m = 500 克 = 0.5 千克。根据牛顿第二定律，得拉力

$$F = ma = 0.5 \times 0.2 = 0.1 (\text{牛顿}).$$

（3）在第 6 秒末，作用力撤走后，物体即依惯性保持第 6 秒末的速度作匀速直线运动。第 6 秒末的速度为

$$v_6 = at = 0.2 \times 6 = 1.2 (\text{米/秒}).$$

（4）因物体从第 6 秒末以后的速度保持不变，所以第 8 秒末的速度也是 1.2 米/秒。

（5）物体在 8 秒钟内所通过的路程 $s = s_1 + s_2$ ，在头 6

秒钟内所通过的路程

$$\begin{aligned}s_1 &= \frac{1}{2}at^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.2 \times 6^2 = 3.6 \text{ (米)}.\end{aligned}$$

从第6秒末到第8秒末所走的路程

$$s_1 = v_6 t = 1.2 \times 2 = 2.4 \text{ (米)},$$

所以 $s = s_1 + s_2 = 3.6 + 2.4 = 6 \text{ (米)}.$

例3. 机车拉着三节车厢沿水平笔直轨道前进，每节车厢重30吨，第一节车厢拉机车向后的力为8吨，每节车厢所受的摩擦力为180千克.求（1）加速度是多少？（2）第一节车厢对第二节车厢的拉力多大？（3）第二节车厢对第三节车厢的拉力多大？

解：车厢沿水平笔直轨道前进，车厢的重量和轨道的支承力互相抵消。在研究车厢运动时，只需考虑车厢水平方向的受力。

（1）把第一、二、三节车厢看成一个整体，它在水平方向受到的两个力为：轨道对三节车厢的摩擦阻力 $f_{123} = 3 \times 180 = 540 \text{ (千克)}$ ，方向向后；机车对车厢向前的拉力 $F_{\text{拉}}$ 。由于第一节车厢拉机车向后的力为8吨，根据牛顿第三定律，可以得出机车拉力 $F_{\text{拉}}$ 为

$$F_{\text{拉}} = 8000 \text{ (千克)}.$$

取加速度 a 的方向为坐标轴 X 的正方向

根据牛顿第二定律： $F_{\text{拉}} - f_{123} = M_{123}a$,

$$\begin{aligned}\text{所以 } a &= \frac{F_{\text{拉}} - f_{123}}{M_{123}} = \frac{(8000 - 540) \times 9.8}{3 \times 30000} \\ &= 0.812 \text{ (米/秒}^2\text{)}.\end{aligned}$$

即加速度为 0.812米/秒^2 。

(2) 第一节车厢对第二节车厢的拉力属连结体内部的相互作用力，要计算这个力，宜采用“隔离法”，把第二、第三节车厢看成一个“隔离体”，把它从整体中“隔离”出来，被“隔离”出的车厢在水平方向受到两个力：轨道对第二、第三两节车厢的向后的摩擦阻力

$$f_{23}=2\times 180=360\text{ (千克)};$$

第一节车厢拉第二节车厢的力 F_2 。

取加速度 a 的方向为坐标轴 X 的正方向。由牛顿第二定律得

$$F_2 - f_{23} = M_{23}a,$$

$$\text{所以 } F_2 = f_{23} + M_{23}a = 360 \times 9.8 + 2 \times 30000 \times 0.812 \\ = 52300 \text{ (牛顿)}.$$

即第一节车厢对第二节车厢的拉力为52300牛顿。

(3) 同理，要计算第二节车厢对第三节车厢的拉力，可以把第三节车厢“隔离”出来，如图1所示。它在水平方向受到两个力为：摩擦阻力 $f_3=180\text{千克}$ ，方向向后；第二节车厢对第三节车厢的拉力 F_3 ，方向向前。



图 1

取加速度 a 的方向为 X 轴的正方向，由牛顿第二定律得：

$$F_3 - f_3 = M_3 a$$

$$\therefore F_3 = f_3 + M_3 a = 180 \times 9.8 + 30000 \times 0.812 \\ = 26100 \text{ (牛)}$$

例4. 甲、乙两汽车行驶在一条平直公路上，甲在巨做速度为 v_1 的匀速运动，乙在前做初速度为零的匀加速运动，加速度为 a ，同向而行。开始时两车相距 s ，则要使两车不相

撞, v_1 、 a 、 s 应满足什么关系?

解法一: 两车刚好相遇时位移应满足下列关系:

$s_{乙} + s = s_{甲}$ 如图 2 所示

$$\text{即: } \frac{1}{2}at^2 + s = v_1t$$

整理得: $at^2 - 2v_1t + 2s = 0$

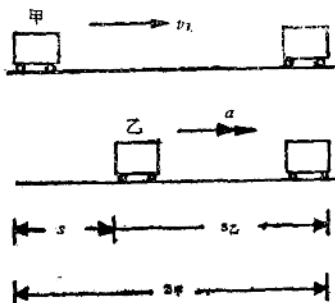


图 2

这是关于时间 t 的二次方程, 方程的解为两车相遇所需时间. 当方程无解时, 说明两车不能相遇; 则方程判别式 Δ 应满足关系:

$$\Delta < 0$$

$$\text{即 } 4v_1^2 - 8as < 0$$

所以 $v_1^2 < 2as$ 时, 两车不会相撞.

解法二: 用相对运动的观点解更方便.

以乙为参照物 (假设乙不动) 甲相对乙作初速度为 v_1 , 加速度为 $-a$ 的匀减速运动. 当甲对乙的速度减为 0 时, 甲对乙的位移 $< s$, 则甲不会与乙相遇, 写成数学表达式为:

$v_{甲对乙} = 0$ 时, $s_{甲对乙} < s$.

由位移与速度关系式: $v_1^2 - v_0^2 = 2as$

因为 $v_1 = 0$, $v_0 = v_1$, 加速度为 $-a$, 所以 $0 - v_1^2 < 2(-a)s$.

$v_1^2 < 2as$ 满足此关系时, 两车不会相撞.

例 5. 自由落体的小球在第 1 秒内下落了 5 米 (g 取 10 米/秒²), 在哪 1 秒内下落的距离是第 1 秒的 6 倍?

分析 问题是关于以一秒为一段时间间隔的相等时间内的位移, 可以用公式 $s_1 : s_2 : \dots = 1 : 3 : \dots (2N-1)$ 求

解.

解: 设第 N 秒内下落距离是第1秒内的6倍, 则

$$\frac{s_N}{s_1} = \frac{2N-1}{1} = 6, \text{ 所以 } N=3.5$$

即: 在 $t=2.5$ 秒到 3.5 秒这一秒内的位移是第1秒内的位移的6倍.

以上的几个比例关系式, 不仅仅限于求整数时间的位移和速度, 所选的时间间隔也不限于是1秒, 可以很灵活地推广使用, 但必须注意, 一定是初速度为零的匀加速直线运动才可用这几个比例关系.

例6. 火车从甲站出发, 匀加速行驶2分钟后改为匀速行驶, 最后又匀减速行驶了1分钟, 到达乙站. 已知两站相距18千米, 火车的总平均速度为15米/秒. 求火车行驶过程中的最大速度.

解: 从题中的叙述已经知道, 火车的最大速度就是其匀速运动过程中的速度. 此题可以运动学公式去求解, 但较烦, 现用图象去求解. 先定性画出火车的速度时间图线如图3表示. 由题中的条件, 可知

$$t_1 = \Delta t_1 = 120 \text{ 秒.}$$

$$\Delta t_3 = t_3 - t_2 = 60 \text{ 秒.}$$

$$t_3 = \frac{s}{v} = 18 \times 10^3 / 15 = 200 \text{ 秒.}$$

$$\Delta t_2 = t_3 - \Delta t_1 - \Delta t_3 = 1120 \text{ 秒.}$$

因 v - t 图线下的面积为位移, 所以火车的总位移为:

$$s = \frac{1}{2} v_m \Delta t_1 + v_m \Delta t_2 + \frac{1}{2} v_m \Delta t_3 = 18 \times 10^3 \text{ (米) 代入数}$$

据可解出 $v_m = 16.2$ 米/秒. 可看出利用图象解题, 简化了计

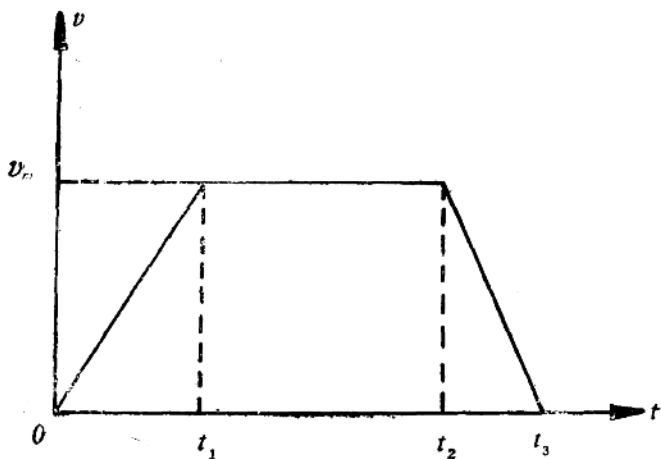


图 3

算，且物理意义用数学图线表达得十分明了。

例7. 一小球以40米/秒的初速度竖直向上抛出，求5秒末小球的速度与位置。

分析：竖直上抛运动可以有两种解法。

解：将小球的运动分成上升和下落两个阶段。上升阶段为匀减速直线运动，由速度公式 $v_t = v_0 - gt$ ，解得：上升到最高点时， $v_t = 0$ ，所用时间 $t = 4$ 秒。

下落阶段为自由落体运动，5秒末即自由下落1秒末的速度：

$$v_s = gt = 10 \text{ 米/秒，方向竖直向下。}$$

$$\text{下落高度：} h = \frac{1}{2}gt^2 = 5 \text{ 米，}$$

$$\text{上升最大高度：} H = v_0^2 / 2g = 80 \text{ 米}$$

所以5秒末离地高度为75米。

例8. 水平地面上有一物体, 受到与水平成 37° 角的20牛拉力作用, 由静止开始作匀加速直线运动. 从某一时刻起, 拉力变为水平、大小减为10牛, 物体作匀速直线运动3秒钟. 此后, 拉力消失, 物体作匀减速运动2.4秒钟, 走了14.4米, 停止. 求物体运动的总时间和总位移.

解: 先由第三段运动得

$$v_3 = 2v = \frac{2s_3}{t_3} = 12 \text{ 米/秒}, \quad a_3 = -\frac{v_3}{t_3} = -5 \text{ 米/秒}^2.$$

根据牛顿第二定律:

$$\mu mg = ma_3, \text{ 所以 } \mu = \frac{a_3}{g} = 0.5.$$

由第二段运动得

$$F_2 = \mu mg, \quad m = \frac{F_2}{\mu g} = \frac{10}{0.5 \times 10} = 2 \text{ (千克)}, \text{ 位移}$$

$$s_2 = v_3 t_2 = 12 \times 3 = 36 \text{ (米)}.$$

由第一段运动得

$$F_1 \cos \theta - \mu(mg - F_1 \sin \theta) = ma_1, \text{ 所以 } a_1 = \frac{1}{m} [F_1 \cos \theta - \mu(mg - F_1 \sin \theta)] = \frac{1}{2} [20 \times 0.8 - 0.5(2 \times 10 - 20 \times 0.6)] = 6 \text{ (米/秒}^2\text{)}.$$

$$\text{第一段时间 } t_1 = \frac{v_3}{a_1} = \frac{12}{6} = 2 \text{ (秒)},$$

$$\text{总时间 } t = t_1 + t_2 + t_3 = 2 + 3 + 2.4 = 7.4 \text{ (秒)}.$$

$$\text{总位移 } s = s_1 + s_2 + s_3 = 12 + 36 + 14.4 = 62.4 \text{ (米)}.$$

例9. 如图4所示, 质量为 m 的小球用细绳悬挂在小车的顶棚上, 当小车以加速度 a 向右作加速运动时, 细绳与竖直方

之间的夹角 $\varphi =$ _____, 细线所受的张力 $T =$ _____.

解: 选质量为 m 的小球为研究对象, 它的受力分析图如图5 则

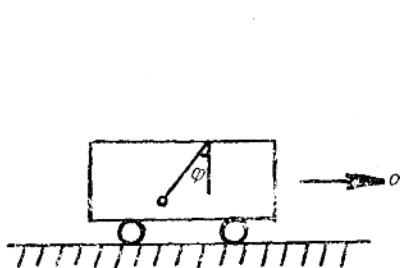


图 4

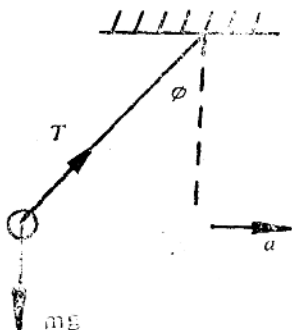


图 5

$$T \cos \varphi = mg, \quad T \sin \varphi = ma,$$

$$\text{所以 } \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{g}, \quad T = m \sqrt{a^2 + g^2}$$

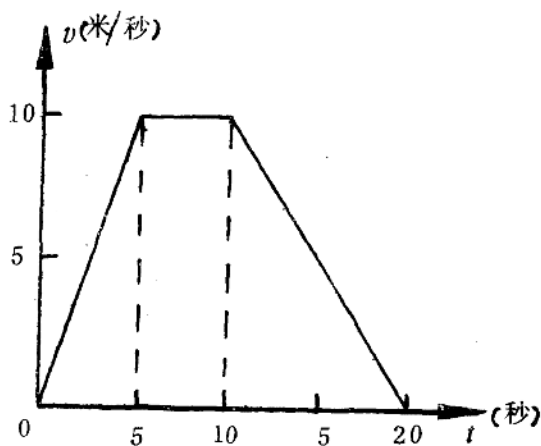
例10. 重为500牛的人站在升降机内, 升降机下降时 $v-t$ 图象如图6, 则在0—5秒内, 人对升降机底板的压力为_____牛, 在10—20秒内人对升降机地板压力为_____.

解: 从图象可知, 0—5秒内升降机是匀加速下降, 其加速度为 $a_1 = \frac{10}{5} = 2$ (米/秒²), 对人列牛顿第二定律方程:

$mg - N = ma_1$, 所以 $N = m(g - a_1) = 400$ 牛. 即人对地板压力为400牛.

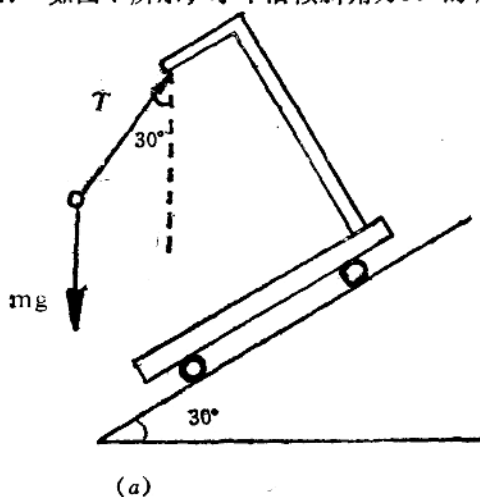
在10—20秒内升降机向下作匀减速运动, 其加速度为

$a_1 = \frac{10}{20-10} = 1$ (米/秒²), 对人列牛顿第二定律方程:



$N - mg = ma_2$, 则 $N = m(g + a_2) = 550$ 牛. 即人对地板压力为 550 牛.

例11. 如图 7 所示, 小车沿倾斜角为 30° 的斜面运动



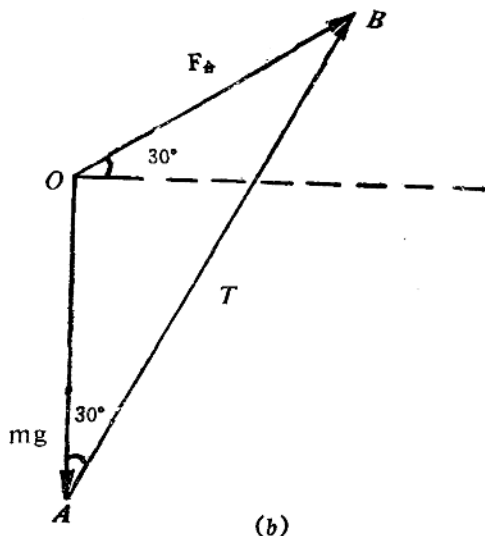


图 7

时,我们看到吊在车上的小球的悬线与竖直方向恰成 30° 角,已知小球质量为 m ,求: 小车运动加速度和悬线对小球的拉力.

分析与解答: 小球受重力 mg 和悬线拉力 T .两力的合力一定沿斜面向上,由两力合成的三角形法,如图 7 (b) 所示,求得 $F_{\text{合}}=mg$.

根据牛顿第二定律: $F_{\text{合}}=ma$ 解得:

$$a=g$$

再由矢量三角形OAB求得 $T=2mg\cos 30^\circ=\sqrt{3}mg$.

小车具有跟小球一样加速度: 大小为 g , 方向沿斜面向上. 小车运动情况可能沿斜面加速向上, 也可能沿斜面减速向下.

例12. 质量为10千克的物体A，沿倾角为 37° 质量为20千克的固定不动的斜面B下滑，加速度 $a=2.5$ 米/秒²，求：在物体下滑过程中，地面对斜面的支持力和静摩擦力。（ g 取10米/秒²）

分析与解答：物体A沿斜面下滑，加速度为 a ，将 a 分解为水平向左和竖直向下的两个加速度： $a_x = a \cos 37^\circ = 2.0$ 米/秒²， $a_y = a \sin 37^\circ = 1.5$ 米/秒²。

对A应用牛顿第二定律（如图8（b））有：

$$F_x = ma_x \text{ 和 } mg - F_y = ma_y$$

解得： $F_x = ma \cos 37^\circ = 20$ 牛

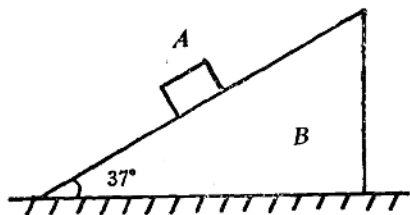
$$F_y = mg - ma \sin 37^\circ = 85 \text{ 牛}$$

F_x 为斜面对A向左的作用力， F_y 为斜面对A竖直向上的作用力。

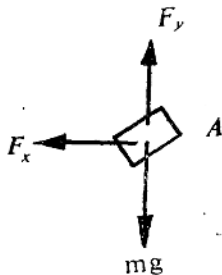
将B作为研究对象：它受重力 Mg ，受A的竖直向下的压力 F'_y （ F_y 的反作用力）、受A水平向右的作用力 F'_x （ F_x 的反作用力）和地面的支持力 N ，摩擦力 f ，如图8（c），根据平衡条件，解得：

$$N = mg + F'_y = 285 \text{ 牛}$$

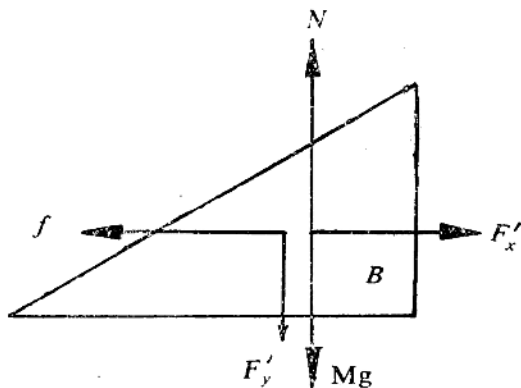
$$f = F'_x = F_x = 20 \text{ 牛}$$



(a)



(b)



(c)

图 8

例13. 质量为 M 的氢气球A, 下边用细绳吊一可视为质点的物体B, 质量为 m , 停在空中, 求悬绳因故断掉后,

(1) A、B的视重、重量、超重或失重各多少?

(2) A相对B的速度, 加速度是多大?

分析与解答: 静止时, AB作为整体视重为 $(M+m)g$, 跟空气浮力平衡. 绳断后

对A、因加速向上, 超重 Ma , 重量仍为 Mg , 视重为 $M(g+a)$. 式中 $a = \frac{m}{M}g$ (竖直向上). 对B、因加速向下, 加速度为 g , 故失重 $ma = mg$, 重量为 mg , 视重为零 (完全失重).

A相对B的加速度

$$a_{AB} = a_A + a_B = \left(\frac{m}{M} + 1\right)g. \text{ (竖直向上)}$$

A相对B的速度