

中学生 物理竞赛准备题 解答

ZHONGXUESHENG
WULI JINGSAI
HUNBEITI
JIEDA

湖南人民出版社

中学生物理竞赛准备题解答

编 译：王发伯 王瑞旦

成如山 王楚云

罗维治 朱久运

黄瑞如 韦怀忠

审 校：谢 泉

目 录

第一篇	力学	(1)
	题目	(1)
	解答	(29)
第二篇	热学	(112)
	题目	(112)
	解答	(125)
第三篇	电磁学	(172)
	题目	(172)
	解答	(213)
第四篇	光学	(352)
	题目	(352)
	解答	(361)
第五篇	原子和原子核物理	(401)
	题目	(401)
	解答	(406)

第一篇 力学

目 录

1—1 一人站在距离平直公路 $h = 50$ 米远处，公路上有一辆汽车以 $v_1 = 10$ 米/秒的速度行驶。当汽车与此人相距 $a = 200$ 米时，人以 $v_2 = 3$ 米/秒的平均速度奔跑。为了使跑到公路上时能与车相遇或赶在车前面，问此人应该朝哪个方向跑？

1—2 某人划船逆流而上，当船经过一桥时，船上一小木块掉在河水里。但一直航行至上游某处时此人才发现，便立即返航追赶。当他返航经过一小时追上这小木块时，发现小木块距桥有6000米远。若此人向上航行和向下航行时的划力一样，问河水流速是多少？(图 1—1)

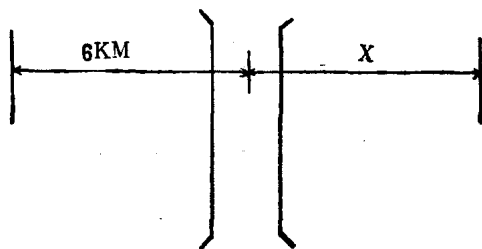


图 1—1

1—3 有人以 3 公里/小时的速率向东走，他感到风似乎

从北方吹来。走的速率加倍时，则感到风似乎从东北吹来，求风的速度。

1—4 两质点分别位于相隔15米的A、B两点，A处质点以5米/秒的速度向B处运动，同时B处质点以3米/秒的速度向垂直于AB方向运动(图1—2)，求①它们间的相对速度；②两质点相隔的最近距离。

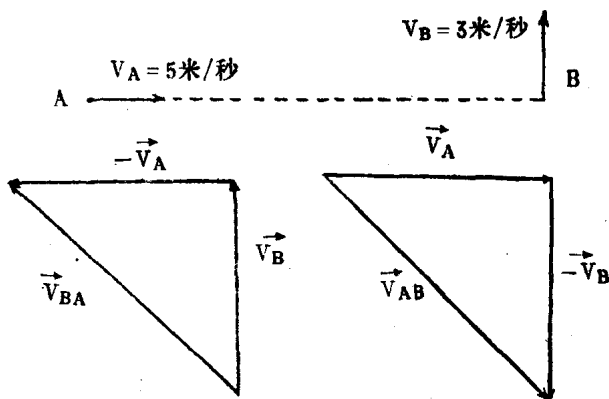


图 1—2

1—5 高 h 米的人在路灯下以匀速 v 行走，灯距地面 H 米高。证明人影端在地面上移动的速度为

$$V = \frac{H}{H-h} v$$

1—6 人拿着直棒的一端，另一端水平地放在圆筒上，然后靠棒和圆筒接触面间的摩擦使圆筒沿水平面向前作无滑滚动，且棒和筒的接触面间亦无相对滑动，为了使棒上长为 L 的各点都能被圆筒接触，问此人应向前走多远(图1—3)?

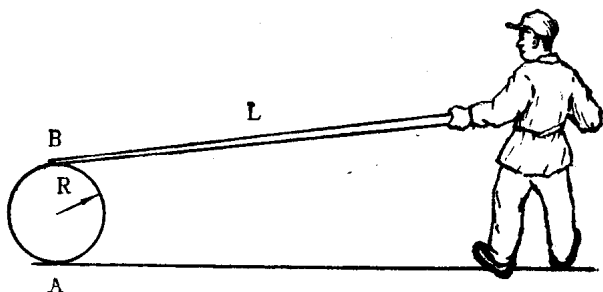


图 1—3

1—7 一观察者站在列车的最前端，当列车由静止以匀加速沿直线轨道开动时，第一节车厢驶过其旁历时 4 秒。问第 9 节车厢驶过其旁需多少时间？

1—8 一个电场可对正电子产生大小为 1.25×10^{14} 米/秒² 的加速度。一个正电子以 5.00×10^8 米/秒的速率，沿着与电场相反的方向射入电场中，问这个正电子在达到速度为零以前行经多远？自此以后它是否永远速度为零？

1—9 有一长度 S ，被分为 n 个相等部分，在每一部分的末端，质点的加速度增加 $\frac{a}{n}$ ，若质点以加速度 a 由这一长度的始端从静止出发，求它经过距离 S 后的速度为多少？

1—10 一质点以加速度 a 从静止出发作直线运动，在时刻 t ，加速度变为 $2a$ ，在时刻 $2t$ ，变为 $3a$ ……，求在时刻 nt ，质点的速度为多少？所走过的总路程是多少？

1—11 一列火车，沿直轨静止出发，从一个车站运动到另一个车站停下。在开始时，以加速度 a 作匀加速运动，当关闭蒸汽

动力后，并应用刹车，以负加速度 a' 作匀减速运动。若 S 为二车站之间的距离，求火车运行 S 需要多少时间？

1—12 一列火车从车站 A 到车站 B，在运行的前 $\frac{1}{4}$ 路程中，火车作匀加速运动，后 $\frac{1}{4}$ 路程中作匀减速运动，中间这一半的路程作匀速运动，证明火车的平均速度为它最大速度的 $\frac{2}{3}$ 。

1—13 自由下落的物体，下落距离 $h_0 = 25$ 米时的速度为 v_0 ，若把物体经过点 h_0 时的时刻作为计时起点，导出速度和经过的路程与时间的关系式，并算出第 5 秒内物体经过的路程。

1—14 证明先竖直上抛，然后按原轨迹下落的物体，在轨迹上任何一点上抛和下落的速度，其数值相等，但方向相反。

1—15 由某一源水平地飞出的银原子束，具有动能 $E_k = 9.8 \times 10^{-10}$ 尔格。试确定，由于重力作用在离源 5 米（水平距离）处银原子降低的高度。已知银原子量 $A = 108$ 。

1—16 一轰炸机沿与水平面成角 α 的直线以速度 v 俯冲。如果俯冲时，飞机驾驶员在高度 H 处扔出炸弹并希望炸弹准确地击中目标，求在离目标水平距离为多少时，他就应该扔出炸弹？空气阻力可忽略。

1—17 由楼上某点同时以同样大的速度 v_0 向各个方向把若干个小球抛出去。证明在运动的任一时刻，全部小球都位于一个球面上，且这个球的中心以自由落体加速度 g 向下落，其半径则等于 $v_0 t$ （此处 v_0 为各小球的初速度， t 为各小球被抛

出后所经历的时间)。

1—18 一小球作自由落体运动，落下 2 米时与斜面发生完全弹性反跳。试求跳起后的小球再落于同一斜面上的地方离第一次下落处的距离 S 。已知此斜面与水平面的倾斜角 $\alpha = 30^\circ$ 。

1—19 一人乘着摩托车，冲上 15° 的斜坡后恰好越过一沟，试计算他离开 A 点时的最小速度。题中具体数据见图 1—4。

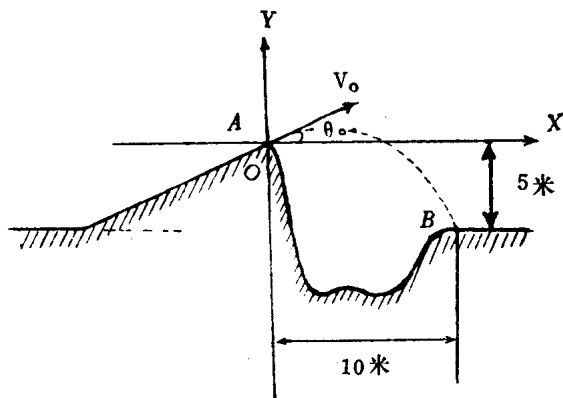


图 1—4

1—20 一枪弹对一竖直靶瞄准，恰可垂直射入靶中。如枪口离靶的水平距离为 a ，枪弹的出口速度为 v_0 。试证枪的仰角应为 $\frac{1}{2} \sin^{-1} \left(\frac{2ag}{v_0^2} \right)$ ，并证枪弹击中靶处的高度恰为瞄准点高度的一半。

1—21 有一个人以仰角 α 、速度 v 向空中抛出一石头，问经过多长时间后，在同一地点又以仰角 α' 、速度 v' 再抛出一个石头，使第二个石头击中第一个石头（假设两个石头的运动

轨迹均在同一竖直面内)。

1—22 一小虫在半径为 a 的半球形碗内可以爬到多高?

假定小虫和碗之间的摩擦系数为 $\frac{1}{4}$ 。

1—23 重 P 的风筝用绳子固定于定点 C , 风的压力垂直于 AB 平面, 并支持着风筝使它平衡。求风筝与水平方向所成的角 φ 及风对风筝的压力。设绳与水平所成的角 α 及绳子张力 T 均为已知。(见图1—60)

1—24 在地面上放置着两个相互紧靠在一起的相同的圆柱形木头, 在它们的上面放置同样的圆木(图1—5), 问圆木之间的摩擦系数 μ 最小为何值时, 它们才不会滚开? 设圆木与地面之间无滑动现象发生。

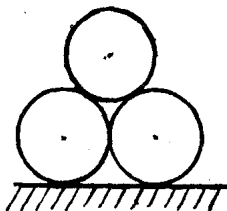


图 1—5

1—25 一根直棒水平地挂在等长且平行挂着的两根弹簧上, 直棒的重量可以忽略, 而弹簧的倔强系数分别为 $k_1 = 2000$ 牛顿/米, $k_2 = 3000$ 牛顿/米。两个弹簧之间的距离为 0.1 米, 问在直棒的什么位置挂上一个重物, 才能使直棒保持水平? (图1—6)

1—26 一把长度为 6 米、质量为 10 千克的均匀梯子靠在光滑的墙上, 梯子与墙面成 30° 角。若梯子和地面之间的摩擦系数 μ 为 0.433 。一个质量为 60 千克的人爬上梯子, 问当梯子开始沿水平面滑动以前, 人沿梯子爬上了多远? (图1—7)。

1—27 均匀梯子, 长为 L 米, 重 P 千克, 一端 A 抵在水平面上, 一端 B 斜靠在墙面上, 假定梯子与地面之间及梯子与墙

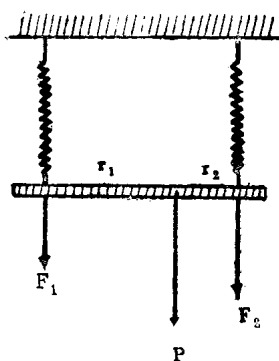


图 1—6

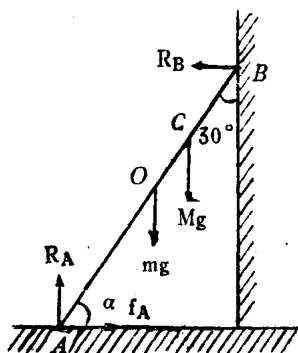


图 1—7

面之间的摩擦系数分别为 μ_1 、 μ_2 。求梯子能放置的最大倾斜度。

1—28 为了制成屋顶，建筑工人用 4 块砖这样来作：使每一块砖压着下面的砖并伸出一部分。当砖没有水泥粘紧而处于平衡时，各砖能伸出的最大长度分别为多少？设每块砖长为 L 。(图 1—8)

1—29 有一均匀的三角形薄板如图 1—9 所示，DE 为平行于底边 BC 的直线，而且 $AD = \frac{1}{3}AB$ 。

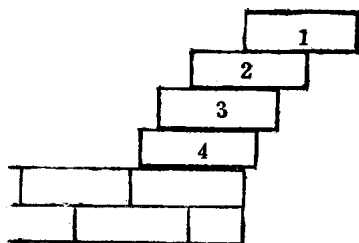


图 1—8

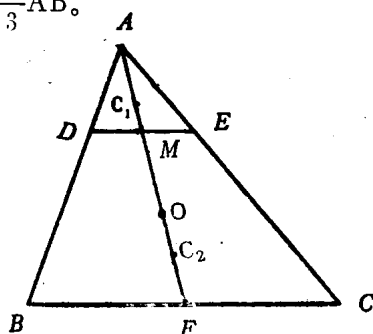


图 1—9

今将 $\triangle ADE$ 截去, 求剩余部分的重心。

1—30 一半径为 R 的圆形均匀薄板, 在此薄板内切去一个孔, 这个孔的半径比 R 小一半, 且与板的边缘相切(图1—10)。求切去孔后板的重心位于何处?

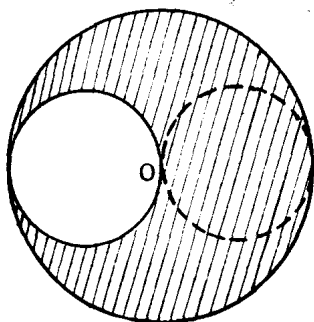


图1—10

1—31 一均匀细短棒, 其上端用铰链固定, 棒的下部浸没在水里, 如图1—11所示。当棒在倾斜位置, 棒的长度的一半浸在水中时, 就达到了平衡状态。求构成这一短棒的材料密度。

1—32 质量为 $m = 100$ 千克的重物挂在固定于升降机里的弹簧称上, 若升降机竖直向上作匀加速运动, 且分别在 $t_1 = 24$ 秒和 $t_2 = 12$ 秒内通过了相邻两段均为50米的高度。问此时弹簧称上指示的重量是多少?

1—33 一质量 m_1 为20千克的小车在水平面上作无摩擦运动。车上放着一块质量 m_2 为2千克的木块, 木块与车接触面间的摩擦系数 $\mu = 0.25$, 加在木块上平行于车的运动方向的水平力, 第一次为 $F_1 = 2$ 牛顿, 第二次为 $F_2 = 20$ 牛顿。试求在上述两种情况下, 木块和车运动的加速度各是多少?

1—34 二个相同的物体A和B, 其质量均为 m , 以细绳联结起来, 放在与水平面倾角为 α 和 β 的倾斜面上(图1—12)。若物体A和B与斜面的摩擦系数分别为 μ_1 和 μ_2 , 已知物体B沿斜面向下滑。求物体A和B的加速度。

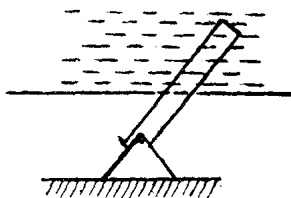


图 1—11

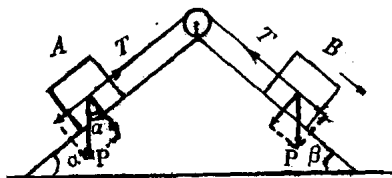


图 1—12

1—35 有二个质量相等的物体，被一根不能伸长而重量可以忽略的细绳，跨过一个定滑轮平衡地悬挂着。试证明：若把其中一个物体的质量增加 $\frac{1}{n}$ ，而从另一物体减去原来质量的 $\frac{1}{n+2}$ ，此时绳子所受的张力不变。

1—36 二个人，质量分别为 M 和 $M+m$ ，从地面同时出发，以均匀的竖直加速度沿一根重量略去不计且不可伸长的绳子的自由端爬上去，该绳子跨过一个离地面高 h 的光滑滑轮。若二个人中轻者以 t 秒达到了滑轮处，问此时较重的人还距滑轮多远？

1—37 自行车加速前进时，地面作用在前轮和后轮上的摩擦力的方向各如何？说明理由。

1—38 质量为 M 的小车在水平面上以速度 v_0 作无摩擦的直线运动，小车平顶的前缘，放一个质量为 m 且相对于地面水平初速度为零的物体，物体的大小可以忽略不计。若物体和小车之间的摩擦系数为 μ ，为了不使物体从车上滑下去，问车顶的长度 L 最短应为多少？

1—39 两个质量都为 M 的重物，挂在重量可忽略不计且不会伸长的绳子两端，此绳跨过一个定滑轮。现在其中的一个重物上再放一个质量为 m 的物体，求重物 M 所受的压力和轮轴所受的压力各是多少？

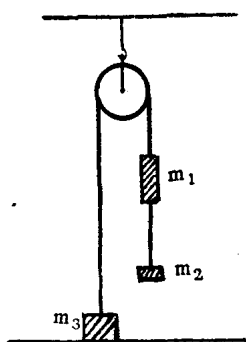


图 1—13

1—40 一根不能伸长的绳子跨过一个定滑轮(图1—13)，绳子的一端挂有重物 $m_1 = 0.9$ 千克和 $m_2 = 0.2$ 千克， m_2 距地面 $h = 11$ 米 (m_1 和 m_2 相距也是11米)。而在绳子的另一端系着一个放在地面上的重物 $m_3 = 1$ 千克。当在重力作用下，整个系统会发生运动，且假定重物 m_2 接触地面时就会自动脱离绳子。求重物 m_3 从开始运动到完全停止所经历的时间。摩擦和绳的重量均忽略不计。

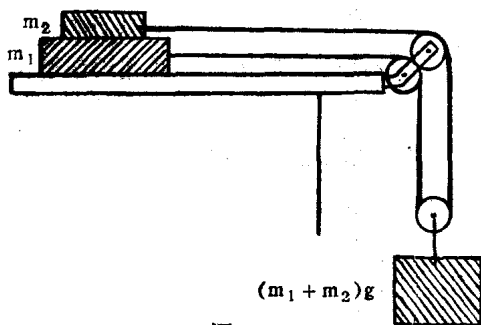


图 1—14

1—41 在水平面上放一质量为 m_1 的木块，在 m_1 上又放一质量为 m_2 的木块。滑轮组的连结情况如图1—14所示，并在

动滑轮的下端挂质量为 $m_1 + m_2$ 的重物。设木块 m_1 和水平面之间的摩擦系数为零，木块之间的摩擦系数为 μ ，又绳子不能伸长，绳子、动滑轮的质量及滑轮上的摩擦均可忽略不计。试求当两木块 m_1 和 m_2 的比值为多少时，它们之间将不产生相对滑动？

1—42 一只小鸟关在密闭的笼子里，笼子放在天平的一个秤盘中。当鸟站在笼底板上时，天平两边是平衡的。若鸟飞起来，并用其翅膀拍打空气，问天平会发生什么现象？

1—43 通过一根均质绳子将一质量为 $m_B = 5$ 千克的重物悬挂在质量为 $m_A = 7$ 千克的重物A下面。当向重物A施加方向竖直向上的力 $F = 188.8$ 牛顿时，求绳子上端及其中点的张力。设绳重4千克。

1—44 一绳子跨越一个定滑轮（此定滑轮的质量可以忽略），在绳子的一端悬挂质量 $M = 25$ 千克的重物，一只猴子抓住绳子的另一端向上攀登。如果重物在整个时间内都处于同一高度，求猴子将以多大的加速度 a 上升？猴子的质量 $m = 20$ 千克，若开始时猴子离滑轮的距离 $L = 20$ 米，问经过多少时间 t ，猴子就到达滑轮上？

1—45 质量为 m 的物体从高度为 h ，与水平面的倾斜角为 β 的斜面上滑下所经历的时间是多少？已知当斜面的倾斜角为 α 时（ $\alpha < \beta$ ），此物体向下作等速滑动。

1—46 有两质点，一个质点的质量 $m_1 = 78$ 克，另一个质点的质量 $m_2 = 20$ 克，用长2米的轻线系之，置于高1米的光滑桌上。开始时用手拉住质点 m_1 ，使 m_2 恰在桌的边缘，线拉直

与桌边垂直。放手使之运动，问 m_1 落地点离桌边多远？（图1—67a）

1—47 如图1—15，滑轮和线的质量可略去不计，物体的质量 $m_1 = 150$ 克， $m_2 = 200$ 克，求线的张力 T 及 m_1 的加速度 a_1 和 m_2 的加速度 a_2 。

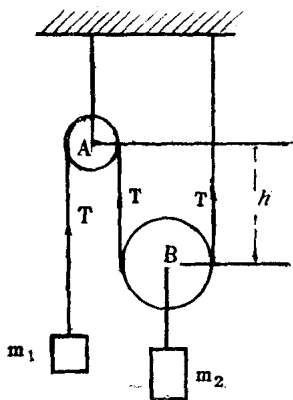


图1—15

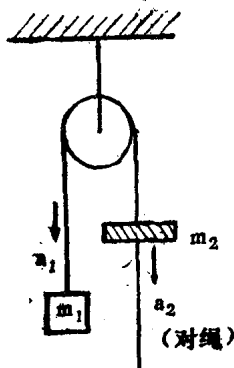


图1—16

1—48 把一根细绳跨过一个轻的、转动时无摩擦的定滑轮，在绳的一端吊上一个质量为 m_1 的物体。有一个质量为 m_2 的圆环套在绳的另一端沿绳滑动（如图1—16），其滑动的加速度对绳子而言是一定的，且等于 a_2 。求质量为 m_1 的物体的加速度及环与绳间的摩擦力 f ，绳的质量可略去不计。

1—49 如图1—17所示的装置，A为定滑轮，B为动滑轮，质量为 m_1 、 m_2 和 m_3 的三个物体用轻线系着，分别挂在动滑轮和定滑轮上。如滑轮的质量和摩擦力均可忽略不计，求质量为 m_1 的物体的加速度 a_1 及两线的张力 T_1 和 T_2 。

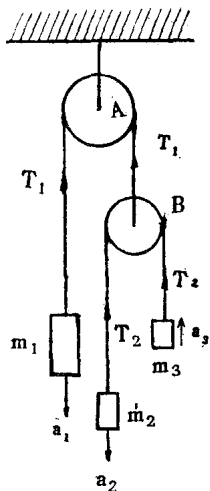


图 1—17

1—50 如图 1—18所示，两个物体 $m_1 = 2$ 千克， $m_2 = 8$ 千克迭放在水平桌面上，用一细线通过一定滑轮连结起来。设 m_1 与 m_2 及 m_2 与桌面之间的摩擦系数均为 $\mu = 0.1$ ，今用一与水平方向成 $\alpha = 30^\circ$ 角度的力 $F = 5$ 千克拉 m_2 ，试求此系统的加

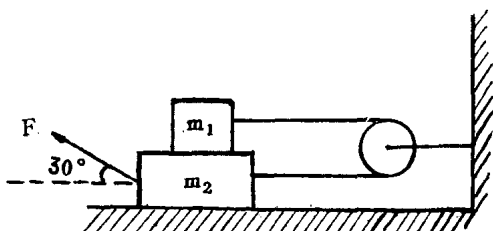


图 1—18

速度 a 和线的张力 T 。细线质量可略去。

1—51 质量为 m 的摆悬于架上，架固定于小车上（图 1—19）。就下述诸情况，求摆线的方向（即摆线与竖直线所成的角 α ）及线中的张力 T ：

- ① 小车以加速度 a 水平运动；
- ② 小车自由地从斜面滑下，斜面与水平面成 φ 角；

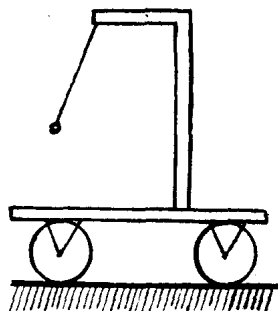


图 1—19

- ③ 用与斜面平行的加速度 a 把小车沿斜面往上推。

1—52 两只船以同样的速率 $v_1 = 0.6$ 米/秒，在静水中依

惯性相向而行。当两船靠近时，从第一只船上取一个物体放在第二只船上。此后，第二只船仍继续按原方向前进，但速度减至 $v_2 = 0.4$ 米/秒，若取出物体的质量为 $m = 60$ 千克，求第二只船的质量（水的阻力忽略）。

1—53 设火箭发动机每次喷出200克燃烧后的高温气体，气体离喷嘴时的速度为1000米/秒。若火箭最初质量为300千克，初速度为零，问火箭喷了第3次气体后所获得的速度是多少（不考虑重力的影响）？

1—54 质量为3千克的步枪，水平地悬挂在两根竖直的细线上，当射击时，由于反冲作用使枪的重心升高了19.6厘米，子弹的质量是10克，求子弹离枪口时的速度。

1—55 一手提机枪，每分钟内发射600发子弹，如果子弹的质量 $m = 10$ 克，它在离开枪口时的速度 $v = 800$ 米/秒。求在射击时，机枪压在肩上的平均力 $\bar{F}$ 。

1—56 一具有迎面截面积 $S = 50$ 米² 和速度 $v = 10$ 千米/秒的宇宙飞船，在航行中，与微流星的云状物发生碰撞，平均一个米³ 的空间内有一微流星，每一个微流星的质量 $M = 0.02$ 克。为了使飞船的速度不发生变化，此时其发动机的牵引力 F 应增加多少？假定微流星与飞船的碰撞是完全非弹性的。

1—57 一人站在浮于静水中的船上，船和人的总质量 $m_1 = 300$ 千克。此人以98牛顿的力拉绳索，此绳索的另一端拴在①岸边的树上；②另一只浮在静水中、质量为 $m_2 = 200$ 千克的小船上。试求开始拉绳后的第3秒末，在这两种情况下船的速度各是多少？在这段时间里人作的功各是多少？在第3秒末