

高中物理

高中力学

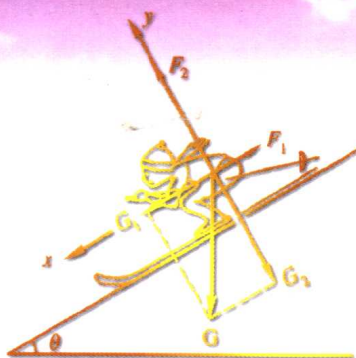
(上)

(修订版)

龚霞玲 主编



龍門書局





高中力学

(上)

(修订版)

主 编 龚霞玲

本册主编 龚霞玲



龍門書局

版权所有 翻印必究

本书封面贴有科学出版社、龙门书局激光防伪标志，
凡无此标志者均为非法出版物。

举报电话：(010)64033640 13501151303 (打假办)

邮购电话：(010)64000246



(修订版)

高中力学(上)

龚霞玲 主编

责任编辑 王昌泰 乌云

龙门书局 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市东华印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2002年1月修订版 开本:890×1240 A5

2002年8月第六次印刷 印张:8 3/4

印数:120 001~150 000 字数:324 000

ISBN 7-80160-147-5/G·183

定价:9.50元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

参考书几乎是每一位学生在学习过程中必不可少的。如何发挥一本参考书的长效作用,使学生阅读后,能更透彻、迅速地明晰重点、难点,在掌握基本的解题思路和方法的基础上,举一反三、触类旁通,这是教参编者和读者共同关心的问题。这套《龙门专题》,就是龙门书局本着以上原则组织编写的。它包括数学、物理、化学、生物四个学科共计 55 种,其中初中数学 12 种,高中数学 12 种,初中物理 5 种,高中物理 7 种,初中化学 4 种,高中化学 10 种,高中生物 5 种。

本套书在栏目设置上,主要体现了循序渐进的特点。每本书内容分为两篇——“基础篇”和“综合应用篇”(高中为“3+X”综合应用篇)。“基础篇”中的每节又分为“知识点精析与应用”、“视野拓展”两个栏目。其中“知识点精析与应用”着眼于把基础知识讲透、讲细,帮助学生捋清知识脉络,牢固掌握知识点,为将成绩提高到一个新的层次奠定扎实的基础。“视野拓展”则是在牢固掌握基础知识的前提下,为使学生成绩“更上一层楼”而准备的。需要强调的是,这部分虽然名为“拓展”,但仍然立足于教材本身,主要针对教材中因受篇幅所限言之不详,但却是高(中)考必考内容的知识点(这类知识点,虽然不一定都很难,但却一直是学生在考试中最易丢分的内容),另外还包括了一些不易掌握、失分率较高的内容。纵观近年来高(中)考形势,综合题与应用题越来越多,试行“3+X”高考模式以后,这一趋势更加明显。“综合应用篇”正是为顺应这种形势而设,旨在提高学生的综合能力与应用能力,使学生面对纷繁多样的试题,能够随机应变,胸有成竹。

古人云:授人以鱼,只供一饭之需;授人以渔,则一生受用无穷。这也是我们编写这套书的宗旨。作为龙门书局最新推出的《龙门专题》,有以下几个特点:

1. 以“专”为先 本套书共计 55 种,你尽可以根据自己的需要从

中选择最实用、最可获益的几种。因为每一种都是对某一个专题由浅入深、由表及里的诠释,读过一本后,可以说对这个专题的知识就能够完全把握了。

2. 讲解细致完备 由于本套书是就某一专题进行集中、全面的剖析,对知识点的讲解自然更细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识,能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小,更易于理解和记忆。

3. 省时增效 由于“专题”内容集中,每一本书字数相对较少,学生可以有针对性地选择,以实现在较短时间里对某一整块知识学透、练透的愿望。

4. 局限性小 与教材“同步”与“不同步”相结合。“同步”是指教材中涉及的知识点本套书都涉及,并分别自成一册;“不同步”是指本套书不一定完全按教材的章节顺序编排,而是把一个知识块作为一个体系来加以归纳。如归纳高中立体几何中的知识为四个方面、六个问题,即“点、线、面、体”和“平行、垂直、成角、距离、面积、体积”。让学生真正掌握各个知识点间的相互联系,从而自然地连点成线,从“专题”中体味“万变不离其宗”的含义,以减小其随教材变动的局限性。

5. 主次分明 每种书的前面都列出了本部分内容近几年在高考中所占分数的比例,使学生能够根据自己的情况,权衡轻重,提高效率。

本套书的另一特点是充分体现“减负”的精神。“减负”的根本目的在于培养新一代有知识又有能力的复合型人才,它是实施素质教育的重要环节。就各科教学而言,只有提高教学质量,提高效率,才能真正达到减轻学生负担的目的。而本套书中每本书重点突出,讲、练到位,对于提高学生对某一专题学习的相对效率,大有裨益。这也是本书刻意追求的重点。

鉴于本书立意的新颖,编写难度很大,又受作者水平所限,书中难免有疏漏之处,敬请不吝指正。

编者

2001年11月1日

编委会

(高中物理)

(修订版)

执行编委

王敏

黄干生

徐辉

邢新山

编主总

策

划

龙门书局

编委

龚霞玲

郑帆

刘祥



目 录

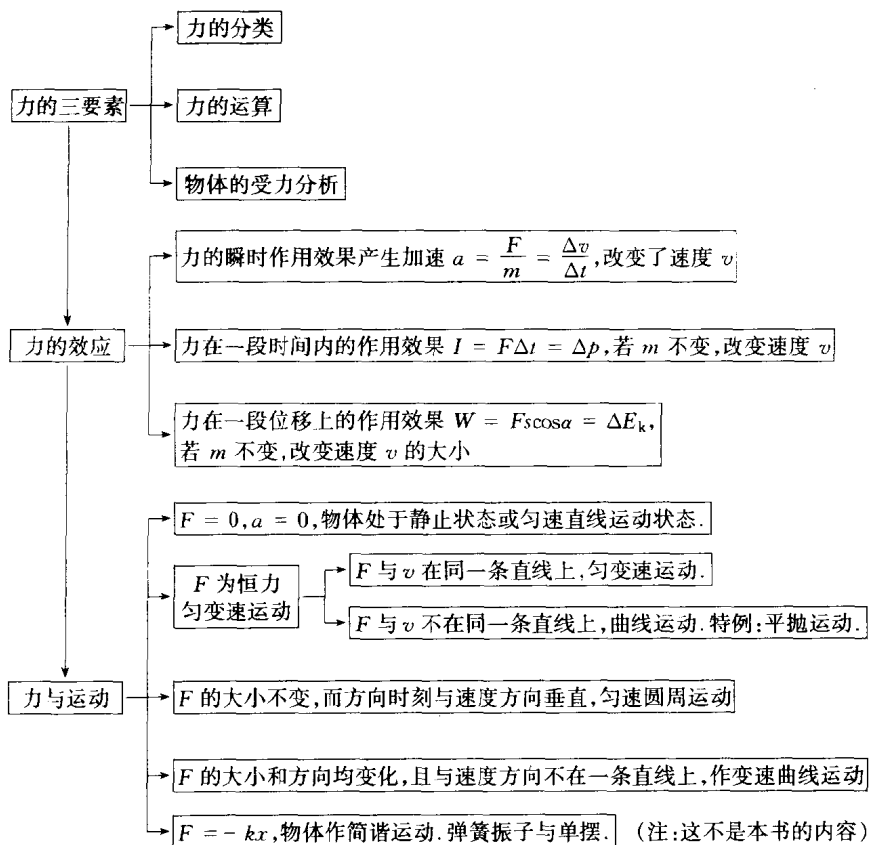
第一篇 基础篇	(1)
第一讲 力 物体平衡	(3)
1.1 力、重力和弹力	(3)
1.2 摩擦力	(11)
1.3 共点力的运算	(20)
1.4 共点力作用下物体的平衡	(28)
1.5 力矩 有固定转动轴物体的平衡条件	(37)
高考热点题型评析与探索	(41)
本讲测试题	(44)
第二讲 牛顿运动定律	(58)
2.1 表征物体运动的物理量	(58)
2.2 牛顿运动定律	(63)
2.3 牛顿运动定律应用(一)	(70)
2.4 牛顿运动定律应用(二)	(80)
高考热点题型评析与探索	(85)
本讲测试题	(89)
第三讲 匀变速直线运动	(104)
3.1 参照物 位移和速度与时间的图象	(104)
3.2 匀变速直线运动的规律	(113)
3.3 物体在重力作用下的直线运动	(127)
3.4 追及问题与相遇问题	(139)
高考热点题型评析与探索	(153)
本讲测试题	(160)

第四讲 曲线运动 万有引力	(176)
4.1 曲线运动 平抛运动	(176)
4.2 匀速圆周运动	(187)
4.3 非匀速圆周运动	(199)
4.4 万有引力定律 天体运动	(204)
高考热点题型评析与探索	(216)
本讲测试题	(221)
第二篇 3 + X 综合应用篇	(237)
一、本学科内的综合与应用	(237)
二、跨学科的综合和应用	(250)
三、综合应用训练题	(255)

第一篇 基础篇

一、质点的运动		
内容	要求	说明
1. 机械运动, 质点.	A	1. 不要求会用 $v-t$ 图去讨论问题. 2. 不要求会推导向心加速度的公式 $a = v^2/R$.
2. 位移和路程.	B	
3. 匀速直线运动. 速度. 速率. 位移公式 $s = vt$. $s-t$ 图. $v-t$ 图.	B	
4. 变速直线运动. 平均速度. 瞬时速度(简称速度).	B	
5. 匀变速直线运动. 加速度. 公式: $v = v_0 + at$, $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$, $v^2 - v_0^2 = 2as$. $v-t$ 图.	B	
6. 运动的合成与分解.	B	
7. 曲线运动中质点的速度方向沿轨道的切线方向, 且必具有加速度.	B	
8. 平抛运动.	B	
9. 匀速率圆周运动. 线速度和角速度. 周期. 圆周运动的向心加速度 $a = v^2/R$.	B	
二、力		
内容	要求	说明
10. 力是物体间的相互作用, 是物体发生形变和物体运动状态变化的原因. 力是矢量; 力的合成与分解.	B	1. 关于力的合成与分解在计算方面只要求会应用直角三角形知识求解. 2. 不要求知道静摩擦因数.
11. 力矩.	B	
12. 万有引力定律. 重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力, 重心.	B	
13. 宇宙速度, 人造卫星. 万有引力定律的应用.	B	
14. 形变和弹力. 胡克定律.	B	
15. 静摩擦. 最大静摩擦力.	A	
16. 滑动摩擦. 滑动摩擦定律.	B	
三、牛顿定律		
内容	要求	说明
17. 牛顿第一定律. 惯性.	B	1. 处理物体在粗糙面上的问题, 只限于静止或已知运动方向的情况. 2. 用牛顿定律处理连接体的问题时, 只限于各个物体的加速度大小和方向都相同的情况. 3. 不要求对于两个或两个以上物体应用牛顿第二定律列方程联立求解. 4. 有关向心力的计算, 只限于向心力是由一条直线上的力合成的情况.
18. 牛顿第二定律. 质量. 圆周运动中的向心力.	B	
19. 牛顿第三定律.	B	
20. 牛顿定律的应用.	B	
21. 超重和失重.	A	
四、物体平衡		
22. 共点力作用下的物体的平衡.	B	

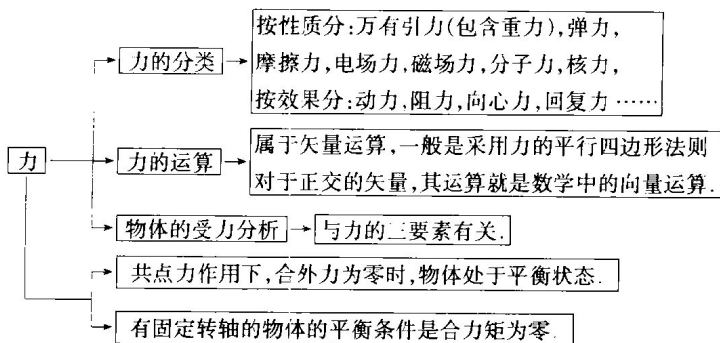
与本书内容有关的知识结构框架图





第一讲 力 物体平衡

本讲知识框图



1.1 力、重力和弹力



重点难点归纳

1. 力的概念.
2. 重力及重心.
3. 弹力及弹力方向的判断, 胡克定律.

这是重点

这是重点也是难点

知识点精析与应用

【知识点精析】

1. 力: 力是物体间相互的作用.

没有施力物体就没有受力物体, 没有受力物体, 施力物体就无法对外施力. 力的概念也可以认为是牛顿第三定律的体现: 相互作用的两个物体间的相互作用力, 大小相等, 方向相反, 作用在同一条直线上, 是性质相同的一对力, 是作用在相互作用的两个物体上.

力的三要素: 力的大小、力的方向、力的作用点.

研究力的出发点

研究任何一个力或一种力，必须从力的三要素出发。由于力是有方向的，所以力是矢量。

力的图示：为了形象地说明和研究力，用一个带箭头的线段来表示一个力，线段的长短表示力的大小，箭头表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。除了要求用力的图示来研究问题外，一般情况下均采用力的示意图来表示。力的示意图对于力的大小与线段的长短关系要求不是很严格，线段的两端均可作为力的作用点，箭头的指向则必须与力的方向一致。

沿着力的作用线方向移动力的作用点，不改变力的作用效果。

这在受力分析中经常应用

2. 重力：物体由于地球的吸引而受到的力。

在地球表面附近，它是一个客观存在的恒力，它不随物体的受力情况和运动状态改变而变化。对物体进行受力分析时，一般要考虑到的第一个力就是重力（除题设中有物体的质量不计、重力不计，或轻杆轻环之类的条件）。

重力的大小： $G = mg$

重力的方向：竖直向下。

重心是难点

重力的作用点：在物体的重心。物体的重心可能在物体上，也可能在物体外。质量分布均匀的、形状规则的物体，其重心就是其几何中心。例如一个质量分布均匀中空的球壳，其重心就在其球心。匀质三角形薄板的重心就在三角形的中心。对于质量分布不均匀的物体，一般用悬挂法确定其重心：从物体上选取一个点，将物体悬挂后，其重力作用线一定与悬线重合，再选取一个不在刚才那条线上的点，再将物体悬挂起来，这两条悬线的交点就是物体的重心。

3. 弹力：相互接触的两个物体之间发生了弹性形变，物体克服形变而产生的力。

形变：物体在外力的作用下，其几何形状发生了变化，叫形变。当外力撤消后，物体能恢复到原来的几何形状的形变叫做弹性形变。如在外力作用下拉伸的弹簧，当外力撤消后，弹簧能恢复到原样。当外力撤消后，物体不能恢复到原来的几何形状，而保持外力作用下的形状，这种形变叫塑性形变。如：湿面粉或湿泥土，在外力作用下，可捏成各种不同的形状。

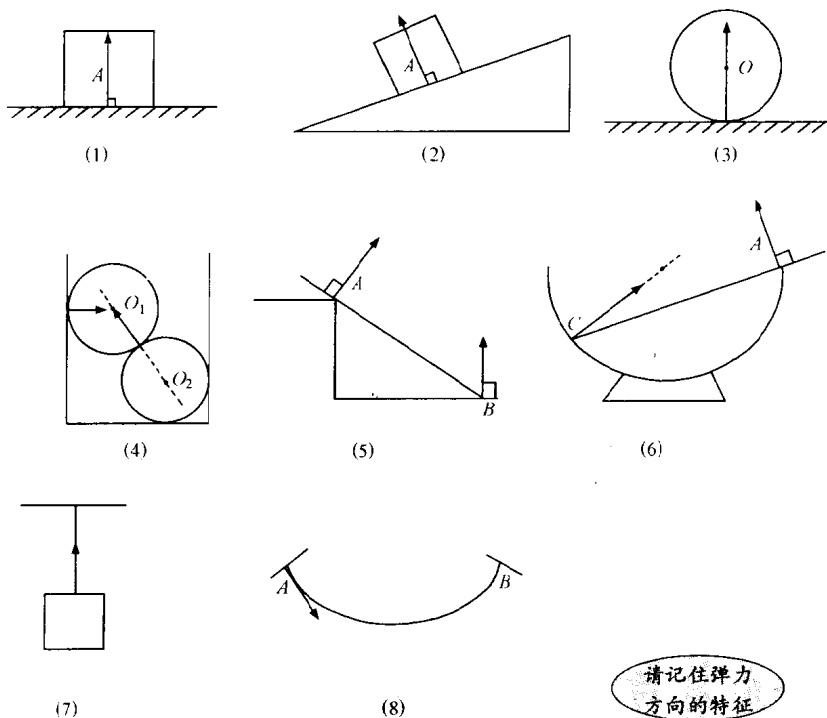
弹力的大小：与受力物体的形变量成正比，与施力物体的力学性质有关。对于弹簧，则由胡克定律可知： $F = k\Delta x$ 。其中 Δx 是弹簧的形变量（可能是拉伸量，也可能是压缩量）， k 是比例常数，由胡克定律的数学表达式可得： $k = \frac{F}{\Delta x}$ ，它是一个反映弹簧刚性的物理量，如两个不同的弹簧在相同外力作用下伸长的长度不同，那么，伸长量小的刚性比伸

长量大的刚性强,也就是说 k 是一个与外力无关的量,它是由弹簧本身的条件所决定。

弹力的方向: 与受力物体的形变方向相反。

这是难点

具体判断弹力的方向有以下几种情况:



请记住弹力
方向的特征

图 1-1

由于高中物理研究的力基本上是平面上的力,故力的图示均在同一平面内用有向线段来表示。下面对图 1-1 中所示的各种情况进行说明:

(1) 图和 (2) 图是面与面相接触,物 A 所受到的弹力的方向垂直于接触面。

(3) 图和 (4) 图的圆弧(或球面)与平面接触,柱体(或球体)所受到平面的弹力过弧面(或球面)与平面接触点,与平面垂直并指向圆心(或球心);弧面与弧面(或球面与球面)接触处的弹力方向一定通过两弧面的圆心和接触点(或球心和接触点),也就是垂直于过接触点的切线(实际上是切平面)。

(5) 图与 (6) 图是两杆所受到的弹力方向。点线接触(如两图中的两个

A点)、点面接触(如图中的B点)、点与弧面(或球面)(图中的C点),均与过接触点的切线(或切面)垂直。

(7)图与(8)图属于绳状(或链条状)物体产生弹力的方向的确定,此类物体只能承受拉力,不能承受压力。它形变方向与该处的线状物的切线方向一致,在(7)图中重物所受绳的拉力的方向与绳伸长(即形变)方向相反;在(8)图中绳对A点的作用力的方向即为过A点的切线方向。

弹力的作用点:在接触处。

【解题方法指导】

【例1】 下列关于重力的说法中,正确的是 ()

- A. 重力是物体的固有属性 B. 重力的方向总是垂直于支持面
C. 天平不是称量物体重力的仪器 D. 千克是重力的一种单位

解析 重力是力,不是属性,它是由于地球的吸引而客观存在的一个力,是一个主动的恒力。重力的方向总是竖直向下。天平是称量物体质量的仪器,千克是质量的国际单位制中的主单位!综上所述,只有C选项正确。

评析 本题考查的是对重力的认识与理解。

【例2】 放在水平桌面上的书,它对桌面的压力和它的重力之间的关系是 ()

- A. 压力就是重力
B. 压力和重力是一对平衡力
C. 压力的施力物体是重力的受力物体
D. 压力的受力物体是重力的施力物体

注意一对平衡力与一对相互作用力的区别

解析 压力是弹力,重力是地球对物体的作用力,这是两个不同性质的力,A选项错误。放在水平桌面上的书,它对桌面的压力,是桌面所受到的力,书所受到的重力与桌面所受到的压力不可能是一对平衡力(一对平衡力是指作用在同一个物体上的两个力),所以B、D两选项均错误。书是对桌面压力的施力物体,它是由于受到了重力才能对桌面有压力,若书没有受到重力,它对桌面就无压力,所以C选项正确。

【例3】 如图1-2所示,一劲度系数为 k_2 的弹簧,竖直地放在桌面上,上面压一质量为 m 的物体,另一劲度系数为 k_1 的弹簧竖直地放在物体上面,其下端与物体的上表面连接在一起,两个弹簧的质量都不计,要想使物体在静止时下面弹簧的弹力减为原来的 $\frac{2}{3}$ 时,应将上面弹簧的上端A竖直向上提高一段距离 d ,则 $d = \underline{\hspace{2cm}}$

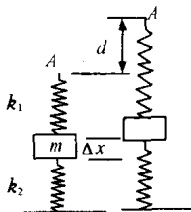


图1-2

解析 物体处于平衡, 在竖直方向上所受的合外力为零. 当上面的弹簧没有作用力时, 下面弹簧对物体的支持力等于物体的重力, 所以下面弹簧的压缩量为 $\Delta x_1 = \frac{mg}{k_2}$.

当上面弹簧提起时, 下面弹簧的弹力为物体重力的 $\frac{2}{3}$, 故弹簧的压缩量为 Δx_2 , $k_2 \Delta x_2 = \frac{2mg}{3}$, $\Delta x_2 = \frac{2mg}{3k_2}$.

下面弹簧两次压缩之差为 $\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{mg}{3k_2}$.

这说明了重物要上升 Δx .

当提起 A 端时, 上面的弹簧伸长量为 Δx_3 , 产生的弹力大小为 $\frac{mg}{3} = k_1 \Delta x_3$, 所以, $\Delta x_3 = \frac{mg}{3k_1}$.

A 端竖直上提的高度等于下面弹簧压缩量的减少量和上面弹簧伸长量之和, 如图 1-2 所示,

$$d = \Delta x + \Delta x_3 = \frac{(k_1 + k_2) mg}{3k_1 k_2}$$

评析 本题的关键是上面弹簧 A 端的移动距离不仅是上面弹簧的伸长量, 还应有下面弹簧压缩量的减少.

本题考查的是受力分析和胡克定律

【基础训练题】

- 关于重力, 下列说法中正确的是 ()
 - 只有静止的物体才受到重力
 - 只有在空中运动的物体才受到重力
 - 在空中运动的物体离开了地球, 它不受重力
 - 在地球上的任何物体均受重力, 与物体和地球是否接触无关
- 关于物体的重心, 下列说法中正确的是 ()
 - 重心就是物体内最重的一点
 - 重心是物体各部分所受重力的合力的作用点
 - 任何形状规则的物体, 它的重心必在其几何中心
 - 重心是物体所受重力的作用点, 所以重心总是在物体上, 不可能在物体外
- 关于弹力, 下列说法中错误的是 ()
 - 通常所说的压力、支持力和绳的拉力都是弹力

- B. 压力和支持力的方向总是垂直于接触面
 C. 轻杆一端所受弹力的作用线一定与轻杆重合
 D. 轻绳一端所受弹力的作用线一定与轻绳重合

4. 如图 1-3 所示, A、B 两物
 体并排放在水平桌面上, C 物体叠放
 在 A、B 上. D 物体悬挂在竖直线
 下端, 且与斜面接触, 若接触面均光
 滑, 下列说法中正确的是 ()

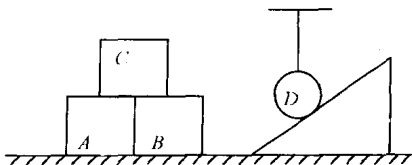


图 1-3

- A. C 对地面的压力大小等
 于 C 的重力
 B. B 对 A 的弹力方向水平向左
 C. 斜面对 D 的支持力方向垂直于斜面向上
 D. D 对斜面没有压力作用

5. 如图 1-4 所示, 两根相同的轻弹簧 S_1 、 S_2 , 劲度系数皆
 为 $k = 4 \times 10^2 \text{ N/m}$. 悬挂的重物的质量分别为 $m_1 = 2\text{ kg}$ 、 $m_2 =$
 4 kg . 若不计弹簧质量, 取 $g = 10\text{ m/s}^2$, 则平衡时弹簧 S_1 、 S_2 的
 伸长量分别为 ()

- A. 5cm、10cm B. 10cm、5cm
 C. 15cm、10cm D. 10cm、15cm

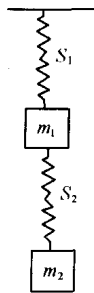


图 1-4

【答案与提示】

1. D (重力是由于地球的吸引而受到的力, 与物体和地球是否接触无关)
 2. B (物体的重心是物体各部分所受重力合力的作用点, 并不是在物体内最重
 的一点. 只有质量分布均匀的形状规则的物体, 它的重心才在其几何中心, 重
 心可在物体上, 也可能在物体外.) 3. C (由弹力的定义和弹力的方向确
 定可知 A、B 两选项正确. 轻杆所受的弹力方向不一定与轻杆重合 (以后的例
 题中将有说明). 轻绳一端所受弹力的作用线一定与轻绳重合. 所以 C 选项符
 合本题要求) 4. D (C 物与地面无接触, 对地面无作用力. 由于各处光
 滑, A、B 间无挤压, 它们之间无弹力. 斜面对 D 假如有弹力 F , 该弹力在
 水平方向有分量, 而物体还将受到两个在竖直方向的力: G 和绳的拉力 T , 由于
 没有水平方向的力来与弹力 F 在水平方向的分量平衡, 使物体处于静止状态,
 故弹力 F 不存在). 5. 弹簧 S_2 受到的拉力等于它下面所挂重物的重力 $m_2 g$,
 其伸长量为 $\Delta x_2 = m_2 g / k = 10\text{ cm}$. 弹簧 S_1 受到的拉力等于它下面所挂重物的
 重力 $(m_1 + m_2) g$, 其伸长量为 $\Delta x_1 = (m_1 + m_2) g / k = 15\text{ cm}$. 所以 C 选项正确.

视野拓展

【释疑解难】

弹力的确定

产生弹力的先决条件是两物体接触是否发生弹性形变，但是形变一般不便于判断，通常采用假设法，假如它们之间有弹力，与物体所处的状态条件是否一致，若是不一致，说明无弹力，若是一致，说明有弹力。弹力是一种被动力，它随着物体受力情况的变化而变化，随着物体运动状态的变化而变化，而在地球的同处，物体所受的重力不随物体的受力情况和物体运动状态的变化而变化。这是弹力的特点，要理解它。

【典型例题导析】

【例1】 质量为 m 的物块，放在质量为 M 的斜面体上， m 和 M 均处于静止状态，如图 1-5 所示。当在物块 m 上施加一个水平力 F ，且在 F 由零逐渐加大到 F_m 的过程中，物块和斜面体仍保持静止状态。在此过程中，下列判断正确的是

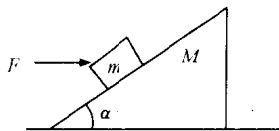


图 1-5

()

- A. 斜面体对物块 m 的支持力逐渐增大
- B. 斜面体对物块 m 的支持力不变
- C. 地面对斜面体的支持力逐渐增大
- D. 地面对斜面体的支持力保持不变

解析 对物块进行受力分析可知，物块沿垂直于斜面方向上受到三个力的作用，如图 1-6 所示，由图可知，斜面对物块的弹力为

$$F_N = mg \cos \alpha + F \sin \alpha \quad \text{①}$$

由①式可知：当 F 增大， F_N 也随之增大，A 选项正确。

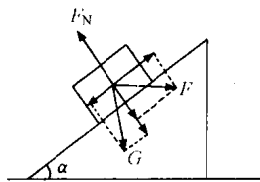


图 1-6

将物块与斜面体作为一个整体来分析，在竖直方向上，只受重力 $(m + M)g$ 和地面的支持力作用，故这两个力是一对平衡力，而水平力 F 对竖直方向的平衡不产生影响，请理解这一点。所以 D 选项正确。

评析 本题解中的①式说明了物块受到斜面体对它的支持力 F_N 随着外力 F 的增大而增大，只要物体所承受的弹力没有限制，它可以在零到很大范围内变化。本题在讨论斜面体受到地面的支持力时，采用了将两物作为一个整体来研究，尽管物块与斜面体间的弹力发生了变化，但是斜面体与地面间的弹力却