



· 各个击破 ·

名师视点

M INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 牛顿运动定律 ·

唐雪林 李金华 张勇 主编

双色 亮丽版



东北师范大学出版社



名师视点 各个击破

名师视点

M INGSHI SHIDIAN

高中物理

· 牛顿运动定律 ·

唐学林 李金华 张勇 主编



东北师范大学出版社·长春

图书在版编目 (CIP) 数据

名师视点. 高中物理. 牛顿运动定律/唐雪林, 李金华, 张勇主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2002.6

ISBN 7 - 5602 - 3015 - 6

I. 名... II. ①唐... ②李... ③张... III. ①物理课—高中—教学参考资料 ②牛顿运动定律
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 024633 号

MINGSHI SHIDIAN

- 出版人: 贾国祥 策划创意: 一编室
 责任编辑: 杨明宝 责任校对: 李健平
 封面设计: 魏国强 责任印制: 栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街138号 邮政编码: 130024

电话: 0431—5695744 5688470 传真: 0431—5695734

网址: WWW.NNUP.COM 电子函件: SDCBS@MAIL.JL.CN

东北师范大学出版社激光照排中心制版

沈阳新华印刷厂印刷

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

开本: 890mm × 1240mm 1/32 印张: 4 字数: 130千

印数: 00 001 — 50 000 册

定价: 5.50元



CHUBANZHE DE HUA

出版者的话

《名师视点》丛书的创意始于教材改革的进行，教材的不稳定使教辅图书市场一度处于混乱状态，新旧图书杂糅，读者即使有一双火眼金睛，也难辨真伪。但无论各版别的教材如何更新、变革，万变不离其宗的是，删改陈旧与缺乏新意的内容，增加信息含量，增强人文意识，创新精神，增添科技内涵，活跃思维，培养学生的创新、理解、综合分析及独立解决问题等诸多能力，而这些目标的实现均是以众多不断调整的知识版块、考查要点串连在一起的，不管教材如何更改，无论教改的步子迈得多大，这些以丰富学生头脑，开拓学生视野，提高其综合素养为宗旨的知识链条始终紧密地联系在一起，不曾有丝毫的断裂，而我们则充分关注形成这一链条的每一环节，这也是“视点”之所在。

《名师视点》丛书的出版正是基于此种理念，涵盖初高中两个重点学习阶段，以语文、英语、数学、物理、化学五个学科为线索，以各科可资选取的知识版块作为专题视点，精讲，精解，精练。该丛书主要具有以下特点：

一、以专题为编写线索

语文、英语、数学、物理、化学五主科依据初高中各年级段整体内容及各学科的自身特点，科学、系统地加以归纳、分类及整理，选取各科具有代表性的知识专题独立编写成册，并以透彻的讲解，精辟的分析，科学的练习，准确的答案为编写思路，再度与一线名师携手合作，以名师的教学经验为图书的精髓，以专题为视点，抓住学科重点、知识要点，缓解学生过重的学习负担。

二、针对性、渗透性强

“专题”，即专门研究和讨论的题目，这就使其针对性较明显。其中语文、英语两科依据学科试题特点分类，数学、物理、化学各科则以知识块为分类依据，各科分别撷取可供分析讨论的不同版块，紧抓重点难点，参照国家课程标



准及考试说明，于潜移默化中渗透知识技能，以达“润物细无声”之功效。

三、双色印刷，重点鲜明

《名师视点》丛书采用双色印刷，不仅突破以往教辅图书单调刻板的局限，而且对重点提示及需要引起学生注意的文字用色彩加以突出，使其更加鲜明、醒目。这样，学生在使用时既可以方便地找到知识重点，又具有活泼感，增添阅读兴趣。

四、适用区域广泛

《名师视点》丛书采用“专题”这一编写模式，以人教版教材为主，兼顾国内沪版、苏版等地教材，汲取多种版本教材的精华，选取专题，使得该套书在使用上适用于全国的不同区域，不受教材版本的限制。

作为出版者，我们力求以由浅入深、切中肯綮的讲解过程，化解一些枯燥的课堂教学，以重点、典型的例题使学生从盲目的训练中得以解脱，以实用、适量的练习减少学生课下如小山般的试卷。

我们的努力是真诚的，我们的探索是不间断的，成功并不属于某一个人，它需要我们的共同努力，需要我们携手前行。

东北师范大学出版社
第一编辑室

MINGSHI SHIDIAN

目录

第一章 牛顿第一定律	3
第二章 牛顿第二定律	11
第三章 牛顿第三定律	17
第四章 力学单位制	22
第五章 惯性系和非惯性系	26
第六章 牛顿运动定律的适用范围	29
第七章 验证牛顿第二定律	32
第八章 动力学的两类基本问题	39
第九章 力的合成法则结合牛顿第二定律应用 ...	46
第十章 牛顿第二定律的正交分解形式在 解题中的应用	49
第十一章 用牛顿第二定律分析瞬时问题	53

名
师
视
点



MINGSHI SHIDIAN

名

师

视

点

第十二章 连接体问题	57
第十三章 超重和失重	65
第十四章 受力分析	72
第十五章 整体应用牛顿第二定律	80
第十六章 临界问题	83
第十七章 图像问题	87
第十八章 “程序法”应用专题	92
第十九章 非平衡状态下的摩擦力	95
第二十章 解决物理问题时常用的思维策略 ...	102
第二十一章 解决物理问题的一般思维过程 ...	107
综合能力检测 A	111
综合能力检测 B	115

引言

力学是研究机械运动规律及其应用的科学,力学的基本原理已渗透到各个领域,力学的研究方法对科学的发展起着极其重要的作用.因此,力学是建造物理学大厦的基石,是研究各门自然科学的基础.

伟大的物理学家、天文学家伽利略,十分重视实验和观察,他的出色的工作,先进的研究方法,使他在定义速度和加速度概念、惯性原理、力的作用原理、运动叠加原理和相对性原理诸方面,为动力学的研究,做出了奠基性的贡献.因此,人们普遍认为,对力学的研究开始于伽利略,但在牛顿之前,还没有人发掘出力学的基本规律.

1642年,伟大的物理学家、数学家、天文学家牛顿,诞生在英格兰林肯郡的沃尔斯索普村,他的父亲在他出生前两个月就去世了.童年时期的牛顿曾由外祖母和舅舅抚养,16岁时,和母亲及同母异父的弟弟妹妹生活在一起,家境一直比较困难.1661年6月,牛顿作为减费生考入剑桥大学三一学院.1665年,牛顿大学毕业并获学士学位,1668年获硕士学位.比他长12岁的巴洛教授独具慧眼,发现了牛顿在数学方面的特殊才能,并于1669年10月27日推荐年仅26岁的牛顿,接替自己担任卢卡斯讲座教授,1672年他被接纳为英国皇家学会会员,1703年被选为皇家学会主席.

牛顿对自然科学的发展作出了重大贡献,在力学方面,他在伽利略等人工作的基础上进行深入研究,总结出机械运动的三个定律.他进一步开展了开普勒等人的工作,发现了万有引力定律,他把日常所见的重力和决定天体运动的引力统一起来,在科学史上有特别重要的意义.1687年他在天文学家哈雷的鼓励和赞助下,出版了著名的《自然哲学的数学原理》一书,在这本书里,他用数学解释了哥白尼学说和天体运动的现象,阐明了运动三定律和万有引力定律等,建立了完整的牛顿力学体系.

牛顿运动定律在高中物理中占有十分重要的地位,由于它定量地表述了物体运动状态的改变与力之间的关系,其应用十分广泛,所涉及的物理学问题也比较多,所以,本书在剖析牛顿运动定律的物理意义和介绍牛顿运动定律的研究方法

方面,用了较多笔墨.

本书注重形成有关的知识体系,以便读者构建牛顿运动定律的知识结构;注重介绍物理学的方法论思想,力求形成物理学的方法体系;注重剖析解题的思维过程、思维策略,以便读者在学习物理学知识的同时,掌握物理学的学习方法和思维方法.所以,书中着力分析运动定律建立的史实,总结应用牛顿运动定律解题的要点和步骤.为了加强学科间的渗透、交叉、综合,对一些比较典型的问题和情景进行了例说.

书中选取了一些十分典型的例题,书中的习题亦是精选的,希望读者能参照书中介绍的思维方法、解题要点、解题步骤,去构筑思路,解答这些题目,以求达到把握运动定律的精髓,巩固所学的物理学知识,提高运用所学知识,解决物理问题的能力.



第 一 章

牛顿第一定律

知识技能



1 历史回顾

2000 多年前古希腊哲学家亚里士多德基于当时人们对运动和力的关系的认识,提出了必须有力作用在物体上,物体才能运动的观点. 凭人们的直觉这个观点很容易被人们接受. 例如,车不推不走,门不推不开,因此这种观点统治人们思维 2000 余年.

17 世纪,意大利著名物理学家伽利略,根据实验打破了人们凭直觉得出的力是维持物体运动原因的错误观点,指出:运动物体之所以停下,是物体受到摩擦阻力之缘故,也就是说,力是改变物体运动状态的原因,他断言,一旦物体有了速度,只要没有力的影响物体的这个速度将保持不变,伽利略的结论并没有脱离日常经验,而是对经验进行分析. 伽利略用一个理想斜面实验,有力地证明了他提出的结论的正确性.

如图 1 - 1 所示,让小球沿一个斜面从静止开始滚下来,小球将滚上另一个斜面,如果没有摩擦,小球将上升到原来的高度. 他推论说,如果减小第二个斜面的倾角,如图乙,使小球在这个斜面上达到原来的高度就要通过更长的路程. 继续减小第二个斜面的倾角,使它最终成为水平面(图丙),小球就再也达不到原来的高度,而沿水平面以恒定的速度持续运动下去.

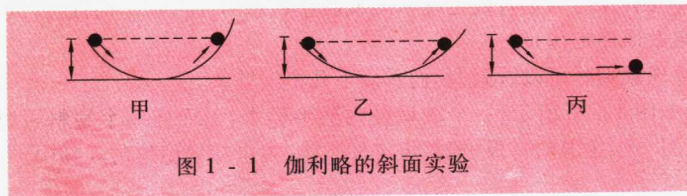


图 1 - 1 伽利略的斜面实验

现代技术中的气垫导轨,让我们直接观察到小滑块匀速运动速度不变的情况。气垫导轨是中空的,导轨表面有很多气孔,往导轨里通气时,在导轨和滑块间有一层空气使滑块浮在气层上运动,摩擦力很小,可以忽略不计,把气垫导轨调平,只要轻轻地推动一下,滑块在导轨上运动很长时间也不会停下来。在气垫导轨上不同位置放置两个光电门,分别用计时器测出挡光条通过每个光电门的时间,算出速度,可以看出,它们几乎是相等的。这些现象说明,滑块在气垫导轨上(两端除外)的运动是匀速直线运动。从而现代科学技术也近似证明了伽利略的观点的正确性。

伽利略同时代的法国科学家笛卡尔进一步补充和完善伽利略的观点,即如果没有其它原因,物体的运动将继续以同一速度沿着一条直线运动,既不会停下来,也不会偏离原来的方向。

牛顿在伽利略等人研究的基础上,系统总结了力学知识,明确了所谓“其它原因”,就是力与运动的关系,建立了牛顿第一定律。

2 牛顿第一定律的内容

一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态,直到有外力迫使它改变这种状态为止。

说明 (1)牛顿第一定律不是由实验直接总结出来的,它是牛顿以伽利略的理想斜面实验为基础的,总结前人的研究成果,加之丰富的想像而提出的。

(2)牛顿第一定律的实质意义在于揭示了物质的一种重要属性——惯性。所以牛顿第一定律也叫惯性定律。

(3)牛顿第一定律确定了力的科学含义,它科学地指出了力的作用效果是改变物体的运动状态,而不是维持物体的运动状态。这是力学发展史上一个划时代的论断。16世纪以前人们从“马不拉车,车不动”等表面现象出发,总是错误地认为力是维持物体运动的原因,实际上所谓“马不拉车,车不动”,正是因为车子运动时要受到摩擦力的作用,只有当马的拉力足以克服车子所受到的阻力时,才能以一定的速度匀速前进。如果马突然脱离车子,失去对车的拉力,那么车子就在摩擦阻力作用下减速运动,直到停止。

3 惯性的概念

物体具有保持匀速直线运动状态或静止状态的性质叫做惯性(所以牛顿第一定律也叫做惯性定律)。

惯性现象到处可以看到,我们看以下几个实验:

(1)如图1-2所示,一个玻璃杯内盛半杯水,上面盖一个塑料板,板上放一只鸡蛋,用小棒猛击塑料板,塑料板离杯飞出,鸡蛋却稳稳地落入杯中。

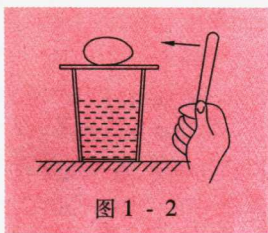


图 1 - 2

这个实验说明了什么问题?

(2)如图 1 - 3 所示,小车上放置一个带轮的木块,使带轮木块与小车一起向右运动,当小车被挡板制动时,观察会出现什么现象?

(3)如图 1 - 4 所示,小车上竖直放置一个木块,让木块随小车沿着桌面向右运动,当小车被挡板制动时,车上的木块向右倾倒,这是怎么回事呢?

运用惯性解释有关现象时,通常可按下面的步骤思考分析:

(1)明确研究的是哪个物体,它原来处在怎样的运动状态?

(2)当外力作用在该物体的某一部分上(或外力作用在与该物体有关联的其他物体上)时,这一部分的运动状态的变化情况.

(3)该物体由于惯性将保持怎样的运动状态?最后会出现什么现象?

说明 (1)惯性是一切物体自身固有的属性,同一物体的惯性不会因它的运动状态的改变而改变.当物体处于静止或匀速直线运动时,固然能表现出它的惯性——维持原来的静止或匀速直线运动的状态不变的性质;当物体受到外力作用而处于变速运动的状态时,它同样表现出具有惯性.这种表现可以从两方面说明:第一,物体表现出具有反抗外力的作用而维持其原有运动状态不变的趋向.具体地说,外力要“打破物体原有的运动状态”,而物体的惯性要反抗外力的作用而“维持它原有的运动状态”,正是由于这一对矛盾的存在决定了物体运动状态的变化是受一定规律制约的,而不是任意的.在同样大小的力作用下,有的物体运动状态的变化比较快,而有的物体运动状态的变化比较慢.这就具体反映了前者的运动状态容易被改变,而后者的运动状态不易被改变,即前者的惯性小,后者的惯性大.第二,做变速运动的物体虽然每时每刻速度都在变化,可是在任何时刻物体都表现出要维持它这一时刻的瞬时速度不变的性质,只不过由于外力的存在不断地打破它本身惯性的这种“企图”,以致速度继续变化.如果某一时刻外力突然撤消,物体立即就“维持住”该时刻的瞬时速度做匀速直线运动.这就充分反映了做变速运动的物体仍然具有要维持它每时每刻的运动速度保持不变的性质,即惯性.

(2)一个物体惯性的大小是惟一确定的,与物体的运动速度大小无关.前面已指出,一个物体惯性的大小具体表现在运动状态改变的难易程度上.在同样大小力的作用下,在相等的时间内,物体的速度改变量越小,说明改变它的运动状态

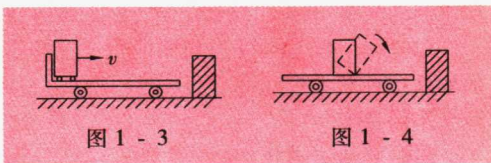


图 1 - 3

图 1 - 4

越困难,即惯性越大.而同一物体惯性的大小是一定的,亦即不管物体原来的速度多大,在同样力的作用下,在相同的时间内,它的速度改变量总是相同的.因此,对于原来高速运动着的物体,不容易阻止而使其停下来.例如: $f=5\times 10^6\text{ N}$ 的制动力制动,可使一列火车的速度每秒减少 1 m/s ,那么当火车以 5 m/s 的速度行驶时,开始制动后的 5 s 末就可使其停下来.可是当列车以 25 m/s 的高速运行时,正因为由于它的惯性大小不变,用同样的大小的制动力来制动它,每秒钟速度的减少量仍为 1 m/s ,于是要经过 25 s 才能把列车刹住.可见,根据速度越大的物体越难制动的的事实,得出物体的速度越大惯性也越大的结论,是完全错误的.

(3)实验证明:在外力相同的情况下,质量大的物体运动状态难改变;质量小的物体运动状态容易改变,这就从实质上反映了质量的物理意义,质量是物体惯性大小的量度.

4 物体运动状态的改变

速度是物体运动状态参量之一,物体速度发生了变化,标志着物体运动状态改变了,因此物体运动状态变化的标志是速度的变化.

速度是矢量,速度的改变有三种情况:

- (1)速度方向不变,速度大小改变;
- (2)速度的大小不变,速度的方向改变;
- (3)速度的大小和方向都发生变化.

5 力是物体产生加速度的原因

物体的运动状态发生改变,一定是受外力作用的结果,力是物体运动状态改变的原因.物体的运动状态发生改变时,速度的大小和方向发生改变有了加速度.由此得到结论:力是使物体产生加速度的原因.

典型示例



例1 伽利略的斜面实验证明了().

- A. 要物体运动必须有力作用,没有力作用的物体将静止
 - B. 要物体静止必须有力作用,没有力作用的物体一定运动
 - C. 物体没有外力作用时,一定处于静止状态
 - D. 物体不受外力作用时总保持原来的匀速直线运动状态或静止状态
- 例2** 以下各说法中正确的是().



- A. 牛顿第一定律反映了物体不受外力作用时物体的运动规律
- B. 不受外力作用时,物体的运动状态保持不变是由于物体具有惯性
- C. 在水平地面上滑动的木块最终要停下来,是由于没有外力维持木块运动的结果
- D. 物体运动状态发生变化时,物体必定受到外力的作用

例 2 A、B、D. 在水平地面上滑动的木块最终要停下来,是因为受到摩擦力作用,从而运动状态发生了改变,所以 C 错误.

例 3 关于物体惯性,以下说法中正确的是().

- A. 惯性是物体保持原来运动状态的力
- B. 物体在没有受到外力作用时,能保持匀速直线运动状态或静止状态,是有惯性的,受到外力作用时,物体不能保持匀速直线运动状态或静止状态了,因而惯性也就不存在了
- C. 汽车行驶得越快,刹住它越困难,所以速度越大的物体惯性越大
- D. 不论在什么地方,质量越大的物体惯性越大

例 4 D. 惯性是物体本身具有的属性,质量越大的物体运动状态越不易改变. 质量是物体惯性大小的量度,质量越大,惯性越大,质量越小,惯性越小. 惯性大小仅由物体本身质量决定,而与是否受外力、物体的运动状态均无关.

例 4 下列情况中,物体的运动状态发生变化的是().

- A. 在水平面上做匀速直线运动的物体
- B. 在水平面上做匀加速直线运动的物体
- C. 以一定速度被水平抛出的物体
- D. 在水平面内做匀速圆周运动的物体

例 4 B、C、D. 物体运动状态的改变是指物体速度的改变,无论是速度的大小改变、方向改变或者大小、方向都改变,物体的运动状态都改变了. 在水平面上做匀速直线运动的物体,速度的大小和方向都不发生变化,所以它的运动状态不变;而在水平面上做匀加速直线运动的物体,速度的方向不变而大小发生了变化,所以它的运动状态发生了变化;以一定速度被水平抛出的物体,在空中受到重力的作用,它的运动状态必然发生变化;在水平面内做匀速圆周运动的物体,虽然它的速度大小不变,但由于它做的是曲线运动,速度的方向发生变化,所以它的运动状态发生变化.

能力检测



1. 下列说法中正确的是().
 - A. 物体只有静止或匀速直线运动时才有惯性
 - B. 物体只有受外力作用时才有惯性
 - C. 物体速度大时惯性大
 - D. 力是改变物体运动状态(即产生加速度)的原因
2. 下列说法中正确的是().
 - A. 物体运动的越快,就越不容易停下来,是因为物体运动的越快,惯性越大
 - B. 小球由于受重力作用,而自由下落时,它的惯性就不存在了
 - C. 一个小球被竖直上抛,当抛出后,能继续上升,是因为小球受到一个向上的推力
 - D. 物体的惯性仅与本身的质量有关,质量大的惯性大,质量小的惯性小
3. 某人用力推原来静止在水平面上的小车,使小车开始运动,后用较小力就可以维持小车做匀速直线运动,可见().
 - A. 力是使物体产生运动的原因
 - B. 力是维持物体运动速度的原因
 - C. 力是使物体产生加速度的原因
 - D. 力是使物体惯性改变的原因
4. 在做匀速直线运动的汽车内一乘客竖直向上抛出一球,一段时间后球又落回到乘客的手里,以下关于这个现象的解释,错误的有().
 - A. 因为上抛的高度不够高,球来不及落在乘客身后
 - B. 抛出的球在空中被空气带动向前运动,因此才能落回乘客手中
 - C. 因抛出时手对球的摩擦力,使球获得一个向前的与车相同的速度
 - D. 因球抛出后水平方向不受力的作用,将保持原有和车相同的水平速度
5. 所谓“运动状态的改变”的正确理解是().
 - A. 仅指速度大小的改变
 - B. 仅指速度方向的改变
 - C. 要改变物体的运动状态,必须有力的作用
 - D. 物体运动状态的改变与物体的初始运动状态有关
6. 火车在长直的水平轨道上匀速行驶,门窗关闭的车厢内有一人向上跳起,发现仍落回原处,这是因为().
 - A. 人跳起时会得到一个向前的冲力,使他随火车一起向前运动
 - B. 人跳起的瞬间,车厢地板给他一个向前的力,使他随火车一起运动



- C. 人跳起后车在继续前进,所以人落下后必然偏后一些,只是距离很小无法区别而已
- D. 人跳起后直至落地,在水平方向上人和车具有相同的速度
7. 下列说法正确的是()。
- A. 一个物体原来以 10 m/s 速度运动,后来速度变为 30 m/s ,则其惯性增大了
- B. 已知月球上的重力加速度是地球的 $1/6$,故一个物体从地球移到月球惯性减小为 $1/6$
- C. 质量大的物体运动状态难改变,故质量大的物体惯性大
- D. 以上说法都不正确
8. 如图 1 - 5 所示,一个劈形物 abc 各面均光滑,放在固定的斜面上, ab 边成水平并放一光滑的小球,把物体 abc 从静止开始释放,则小球在碰到斜面以前的运动轨迹是()。
- A. 沿斜面的直线 B. 竖直的直线
- C. 弧形曲线 D. 抛物线
9. 关于惯性,下列说法中正确的是()。
- A. 坐在汽车坐椅上的乘客,在汽车突然起动时,会感到坐椅的背对他有向前的压力,是因为汽车有惯性引起的
- B. 同一辆车,速度大比速度小难以停下来,说明速度大的物体,惯性大
- C. 推动原来静止的物体所需要的力比推动同一个运动着的物体所需要的力大,说明静止物体比运动物体惯性大
- D. 物体的惯性大小仅与物体的质量有关,而与物体是否运动和运动快慢无关
10. 将一玻璃瓶装水后密闭,放在水平桌面上,在瓶的中部有一个气泡处于静止状态,如图 1 - 6 所示. 现突然用力将瓶子向前推动一下,则可看到气泡相对于瓶子的运动情况是()。
- A. 不动 B. 向前
- C. 向后 D. 无法确定
11. 在平直的轨道上,匀加速向右行驶的封闭车厢中,悬挂一个带有滴管的盛油容器,如图 1 - 7 所示. 当滴管依次滴下三滴油时(设三滴油都落在车厢地板上),下列说法中正确的是()。
- A. 这三滴油依次落在 OA 之间,且后一滴比前一滴

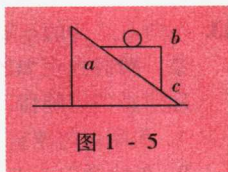


图 1 - 5

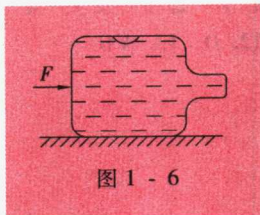


图 1 - 6

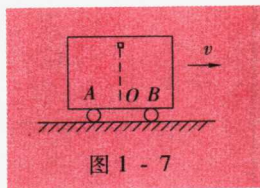


图 1 - 7

离 O 点远

- B. 这三滴油依次落在 OA 之间,且后一滴比前一滴离 O 点近
 C. 这三滴油依次落在 OA 之间同一位置上
 D. 这三滴油依次落在 O 点上
12. 在加速上升的气球上落下一个物体,在物体刚离开气球的瞬间,正确的说法是().
 A. 物体立即向下做自由落体运动
 B. 物体具有向上的加速度
 C. 物体的速度为零,但具有向下的加速度
 D. 物体具有向上的速度和向下的加速度
13. 一向右运动的车厢顶上悬挂两个单摆 M 和 N , 它们只能在图示平面内摆动,某一瞬时出现如图 1 - 8 所示情况, 由此可知车厢的运动及两个单摆相对车厢运动的可能情况是().
 A. 车厢做匀速直线运动, M 在摆动, N 静止
 B. 车厢做匀速直线运动, M 在摆动, N 也在摆动
 C. 车厢做匀速直线运动, M 静止, N 在摆动
 D. 车厢做匀速直线运动, M 静止, N 也静止

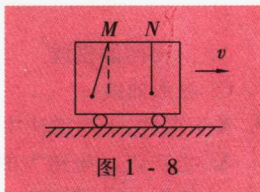


图 1 - 8

9 参考答案
 KEY

1. D 2. D 3. C 4. ABC 5. C 6. D 7. C 8. B 9. D 10. B 11. C
 12. D 13. AB