

高中物理

# 高中力学 (中)



主 编 龚霞玲  
本册主编 龚霞玲



龍門書局

[www.Longmenbooks.com](http://www.Longmenbooks.com)



# 高中力学

(中)

主 编 龚霞玲

本册主编 龚霞玲

编 者 龚霞玲 郑帆 徐辉

邢新山 黄干生等



龍門書局

北京

版权所有 翻印必究

举报电话:(010)64034160,13501151303(打假办)

邮购电话:(010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

高中力学(中)/龚霞玲主编;龚霞玲本册主编.—北京:龙门书局,2006

(龙门专题)

ISBN 7-5088-1159-3

I.高… II.①龚…②龚… III.力学—高中—教学参考资料  
IV.G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089965 号

组稿编辑:田旭/责任编辑:马建丽 李妙茶/封面设计:耕者

龙门书局出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

www.longmenbooks.com

北京市安泰印刷厂印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

\*

2006年8月第一版 开本:A5(890×1240)

2006年8月第一次印刷 印张:10

印数:1—30 000 字数:303 000

定价:15.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

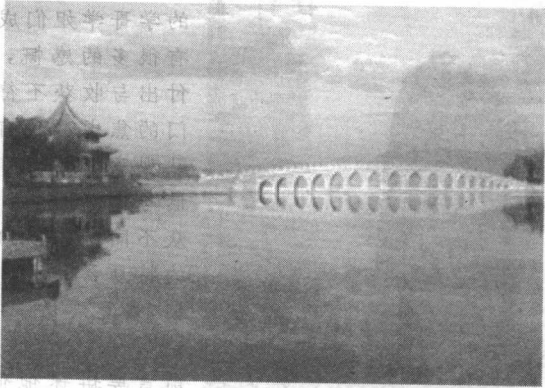
未名湖畔，博雅塔旁。

六月的晨光穿透枝叶，懒散地泻落在林间小道上，水银泻地。微风拂起，垂柳摇曳，湖面荡起阵阵涟漪，黑魆魆的博雅塔倒映在湖面，随着柔波翩翩起舞。林间传来朗朗的读书声，那是晨读的学子；湖畔小径上不断有人跑过，那是晨练的学子；椅子上，台阶上，有人静静坐着，那是在求索知识的宝库……

在北大，每个早晨都是这样的；在清华，每个早晨也都是这样；其实在每一所高校，早晨都是一幅青春洋溢、积极进取的景象！

在长达两年的时间里，我一直在组织北大、清华的高考状元、奥赛金牌得主还有其他优秀学子到全国各地去巡回讲演。揭开他们光彩夺目的荣誉的面纱，他们是那样的平凡、普通，跟我们是那么的相像接近；但在来来往往出差的路上，深入了解他们的过去、成长历程，我才发现，在平凡、普通的背后，他们每个人的成长都勾勒出一道独特的风景，都是一段奋斗不息、积极进取的历程，他们的生命都是一首隽永悠长的歌曲，成功更是偶然中的必然。

小朱，一个很认真、很可爱的女孩子，高中之前家庭条件十分优越，所以一直学习平平，不思进取；在她上高中前，家庭突遭变故，负债累累，用她妈妈的话说，“家里什么都没有，一切只能靠你自己了。”她说自己只有高考一条路，只有考好了，才能为家里排忧解难。我曾经在台下听她讲自己刻苦学习的经历：“你们有谁在大年三十的晚上还学习到深夜三点？你们又



有谁发烧烧到 39 度以上还在病床上看书？……”那一年，她以总分 684 分成为了浙江省文科高考状元。

小弟姓谭，因为年龄最小，所以大家都叫他小弟，2003 年广东省理科状元，佛山人。我们到广东巡讲结束后，车到了佛山，他却不下车，他说从这里找不到回家的路，因为在佛山上了三年学，除了回家的路知道，从来没有走出过学校的大门。我们只好把他送到广州汽车站，只有在那里他才知道怎么回家。我们大家都哈哈大笑，觉得有些不可思议，只有司机师傅道出天机：“小谭要是能找到回家的路，就不会是高考状元了！”

陆文，一个出自父母离异的单亲家庭的女孩，她说，她努力学习的动力就是想让妈妈高兴，因为从小她就发现，每次她成绩考得很好，妈妈就会很高兴。为了给妈妈买一套宽敞明亮的房子，她选择了出国这条路，考托福，考 GRE，最后如愿以偿，被芝加哥大学以每年 6.4 万美金的全额奖学金录取为生物方向的研究生。6.4 万美金，相当于人民币 52 万。

齐伟，湖南省高考第七名，清华大学计算机学院的研究生，最近被全球最大的软件公司 MICROSOFT 聘为项目经理；霖秋，北京大学数学学院的小妹，在坚持不懈的努力中完成了自身最重要的一次涅槃，昨天的她在未名湖上游弋，今天的她已在千里之外的西雅图……

还有很多很多优秀学子，他们都有自己的故事，酸甜苦辣，但都很真实，很精彩。亲爱的同学们，你们是否也已有了自己的理想，有了自己憧憬的高等学府，是否也渴望着跟他们一样的优秀？在分享这些优秀的学哥学姐们成功的喜悦时，你是否会有很多的感慨，曾经虚度光阴的遗憾，付出与收获不符的苦恼，求知而不入其门的焦虑？我有幸与他们朝夕相处，默默观察，用心感受，感受颇深。其实他们与你一样，并不见得更聪明，或者与众不同，但他们的成功却源于某些共同的特质：目标明确，刻苦勤奋，执着坚韧，最重要的一条是：他们都“学而得其法”，——这，就是为什么我们在本书的前言要讲述他们故事的原因；这，也是





我们策划出版《龙门专题》这套丛书的原因了。

在跟这些清华、北大优秀学子的交往过程中，曾多次探讨过具体学习方法的问题，而学习辅导资料则是他们反复谈到的话题。我们惊喜地发现：他们及他们的同学中，大部分人都使用过《龙门专题》这套书，有很多同学对《龙门专题》推崇备至，有人甚至还记得本套丛书的一些经典例题和讲解。有时，看着他们互相交流使用《龙门专题》心得时的投入，像小孩子一样争辩着其中哪个知识版块，哪道题目最经典实用时的忘我，我们的激动溢于言表，于是，我让他们把自己使用这套书的心得体会写下来，跟更多的学子们来分享。说句实话，对本套丛书的内容和体例特点，他们的理解很全面也很深刻。受篇幅所限，在此只能简要地摘录一部分，与同学们共勉。

朱师达：（男，2005年湖北省理科第一名，现就读于北京大学元培实验班）

对于数学、物理、化学等科目来讲，一定要有高质量的练习，《龙门专题》这套书习题讲解详细而具体，不仅例题，而且每章后的练习题都有详细地解答过程，只要认真阅读和揣摩，就一定能起到举一反三的效果，这是非常难能可贵的。

王佳杰：（2004年高考上海市第一名，毕业于上海控江中学，高考总分600（满分610分），现就读于北京大学，获2004年上海优秀毕业生，2004年北大新生奖学金等荣誉）

《龙门专题》所选的题目固然多，但决无换个数字就算新题的滥竿充数之招；题目虽然要求较高，但坡度合理，决非书后题和奥赛题的简单结合；《龙门专题》虽然针对的是全国卷的考生，但却也覆盖了所有上海卷的基本考点，又略微拔高一些，基于课本又高于课本——这正是上海高考卷的一向风格。总而言之，这套书给你的是脚踏实地备战高考的正道，如果，还有老师在旁指导挑选出最重要的例题和习题，有和你同样选择《龙门专题》的同学相互切磋的话，那就几乎是完美了。

孙田宇：（2005年吉林省文科第一名，高考总分682）

参考书是每一位学生在学习过程中必不可少的，我在自己备考时用的是

《龙门专题》。很推崇其中的“知识点精析与应用”、“综合应用篇”。“知识点精析与应用”将基础知识脉络理清,可检验我们对基础知识的掌握是否牢固扎实。“综合应用篇”则可以帮助我们打开综合题和应用题的解答思路,面对纷繁多样的试题,发掘一些固定的方法,以不变应万变,我从中受益匪浅。

李原草:(男,2003年安徽省高考文科第一名,现就读于北京大学光华管理学院,曾获得北京大学明德奖学金和社会工作优秀奖)

我认为,一本好的参考书首先要条理清晰,重点突出,讲述透彻明了,参考书是对教材的补充而不是简单的重复。《龙门专题》这套书,依据教材而不是简单地重复教材,将数学、物理、化学等学科的知识分成很多知识点、知识块,分为很多册,分别加以总结和归纳,非常适用于平时有针对性地查漏补缺和系统强化复习。

徐惊蛰:(2003年河南省高考理科第一名,高考总分697,北京大学光华管理学院金融系)

我觉得《龙门专题》这套书非常人性化,适合不同的学生根据自身情况有针对性地进行辅导学习。题目设计难度适宜,由浅入深。我当时在排列组合、电磁学等章节上学得不是很好,做题也不得心应手,而这几本龙门的参考书,讲解非常细致,不论是前面对于章节要点的总结归纳,还是后面习题的解析都比较到位,尤其是练习题的答案,像这样详尽明晰的解析是很少见的。所以这样的书比较适合在某些知识版块上学习有困难的同学,以及自学者使用。建议专题细化的同时,也可以将某知识版块的内容与相关知识点结合、联系,使学生加强综合能力,融会贯通,而不仅仅掌握本知识版块。

刘诗泽:(2005年黑龙江省高考理科第一名,现就读于北京大学元培实验班)

高中阶段好的参考书必须要根据高考的方向走,围绕高考的考查重点来布局。《龙门专题》这套书正是紧跟着高考走,例如数学等科目的参考书,都在每小节后列出了相关的高考题,以进一步强化复习相关知识点。

一本好书可以改变一个人的命运!我们真诚的希望每一个学生都能学会学习,梦想成真。

《龙门专题》,走向清华北大的阶梯!

《龙门专题》编委会

2006年7月



# 目 录

基础篇	( 1 )
第一讲 牛顿运动定律	( 3 )
1.1 牛顿第一定律、物体运动状态的改变	( 3 )
1.2 牛顿第二定律	( 13 )
1.3 牛顿第三定律	( 24 )
1.4 力学单位制	( 36 )
1.5 牛顿运动定律的应用	( 46 )
1.6 超重和失重	( 60 )
1.7 惯性系和非惯性系 牛顿运动定律适用范围	( 72 )
1.8 牛顿运动定律应用二	( 80 )
1.9 牛顿运动定律中的临界问题	( 97 )
高考链接	( 105 )
本讲测试题	( 120 )
第二讲 曲线运动 万有引力定律	( 135 )
2.1 曲线运动 运动的合成与分解	( 136 )
2.2 平抛物体的运动	( 151 )
2.3 匀速圆周运动	( 171 )
2.4 向心力 向心加速度	( 180 )
2.5 匀速圆周运动实例分析	( 193 )
2.6 离心现象及应用	( 206 )
2.7 竖直面内的圆周运动(非匀速圆周运动)	( 214 )



# CONTENTS

---



2.8 万有引力定律及在天文学上的应用 .....	(226)
2.9 人造卫星 宇宙速度 .....	(240)
高考链接 .....	(254)
本讲测试题 .....	(267)
<b>综合篇</b> .....	(282)
综合训练题 .....	(297)

# 基 础 篇

本书所涉及的知识点:

一、质点的运动		
内容	要求	说明
1. 机械运动,参考系,质点	I	不要求会推导向心加速度的公式 $a = \frac{v^2}{R}$
2. 位移和路程	II	
3. 匀速直线运动、速度、速率、位移公式 $s = vt$ . $s-t$ 图. $v-t$ 图	II	
4. 变速直线运动、平均速度	II	
5. 瞬时速度(简称速度)	I	
6. 匀变速直线运动、加速度、公式 $v = v_0 + at$ , $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ , $v^2 - v_0^2 = 2as$ . $v-t$ 图	II	
7. 运动的合成与分解	I	
8. 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	II	
9. 平抛运动	II	
10. 匀速圆周运动,线速度和角速度,周期、圆周运动的向心加速度 $a = \frac{v^2}{R}$	II	
二、力		
内容	要求	说明
11. 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	II	1. 在地球表面附近,可以认为重力近似等于万有引力 2. 不要求知道静摩擦因数
12. 万有引力定律、重力、重心	II	
13. 形变和弹力,胡克定律	II	
14. 静摩擦,最大静摩擦力	I	
15. 滑动摩擦,滑动摩擦定律	II	



三、牛顿定律		
内容	要求	说明
16. 牛顿第一定律, 惯性	II	
17. 牛顿第二定律, 质量, 圆周运动中的向心力	II	
18. 牛顿第三定律	II	
19. 牛顿定律适用范围	I	
20. 牛顿定律的应用	II	
21. 万有引力定律的应用, 人造地球卫星的运动(限于圆轨道)	II	
22. 宇宙速度	I	
23. 超重和失重	I	
24. 共点力作用下的物体的平衡	II	

关于“Ⅰ”与“Ⅱ”的含义:

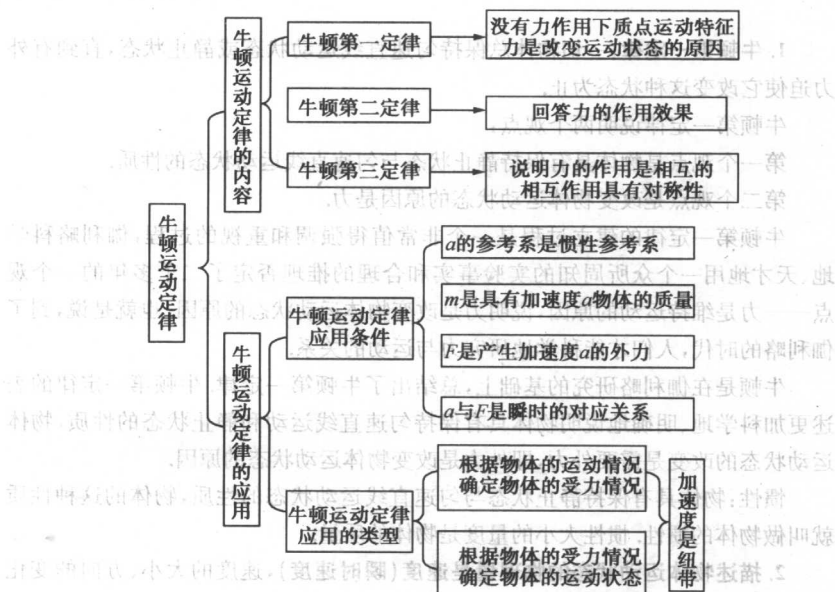
“Ⅰ”对所列的知识要知道其内容及含义, 并能在有关问题中识别和直接使用它们.

“Ⅱ”对所列知识要理解其确切含义及与其他知识的联系, 能够进行叙述和解释, 并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用.



# 第一讲 牛顿运动定律

## 本讲知识框图



## 1.1 牛顿第一定律、物体运动状态的改变

### 学习指导

#### [考纲要求]

1. 牛顿第一定律
2. 惯性
3. 描述物体运动的状态——速度

考纲对这三个知识点的要求均是Ⅱ级,是高级的要求,对这些知识点不但理解、叙述、还能解释,并能灵活地应用这些知识点。

#### [重点聚焦]

本节的重点是理解牛顿第一定律、理解物体的运动状态改变的原因。

知识点精析与应用

知识点精析

**1. 牛顿第一定律:**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。

牛顿第一定律说明两个观点:

第一个观点是物体具有保持静止状态与匀速直线运动状态的性质。

第二个观点是改变物体运动状态的原因是力。

牛顿第一定律的建立过程是一个非常值得强调和重视的过程,伽利略科学地、天才地用一个众所周知的实验事实和合理的推理否定了二千多年的一个观点——力是维持运动的原因,说明力是改变物体运动状态的原因。也就是说,到了伽利略的时代,人们才能科学地研究力与运动的关系。

牛顿是在伽利略研究的基础上,总结出了牛顿第一定律。牛顿第一定律的表述更加科学地、明确地说明物体具有保持匀速直线运动和静止状态的性质,物体运动状态的改变是需要外力,即外力是改变物体运动状态的原因。

**惯性:**物体具有保持静止状态与匀速直线运动状态的性质,物体的这种性质就叫做物体的惯性。惯性大小的量度是物体的质量。

**2. 描述物体运动状态的物理量是速度(瞬时速度),**速度的大小、方向的变化都是物体运动状态的改变。

物体运动状态改变的快慢是由加速度来描述的。

物体的质量越大,物体的运动状态越难改变,这就说明物体的惯性越大,惯性是物体的一种属性,物体惯性的大小是由物体质量的大小决定的。

物体运动状态改变的难易程度与物体的质量和外力有关。

解题方法指导

**[例 1]** (2003·上海市综合能力测试)理想实验有时更能反映自然规律。伽利略设计了一个理想实验,其中有一个经验事实,其余是推论。如图 1-1-1 所示的斜面:

- ①减小另一个斜面的倾角,小球在这个斜面上仍能达到原来的高度
- ②两个对接斜面,让静止小球沿一个斜面上滚下,小球将滚上另一个斜面
- ③如果没有摩擦,小球将上升到原来释放时的高度

④继续减小第二个斜面的倾角,最后使它成为水平面,小球要沿水平作持续的匀速运动

将上述理想实验的设想步骤按正确的顺序排列\_\_\_\_\_ (只写序号即可).

在上述设想步骤中,有的属于可靠的事实,有的属于理想化的推论.下列关于事实和推论的分类正确的是 ( )

- A. ①是事实,②③④是推论  
 B. ②是事实,①③④是推论  
 C. ③是事实,①②④是推论  
 D. ④是事实,①②③是推论

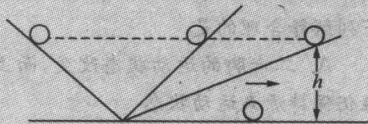


图 1-1-1

**[解]** 图 1-1-1 所示的理想斜面实验是伽利略在观察大量实验的基础上提出来的,当小球从左侧斜面下滑后,若是没有摩擦,应该滑上右侧斜面相同的高度处(图中的虚线高度),当右侧斜面的倾角越小,小球在斜面上滑行的长度就越长,当斜面的倾角为零时,小球在水平面上就永远滑行下去.这种建立在大量事实基础的理想实验揭示了一个真理“运动不需要力来维持”.

基于以上过程,理想实验的设想步骤顺序是“②③①④”;关于事实和推论的分类正确.

**[答案]** B

**[评析]** 科学思维和科学方法是我们认识世界的基本手段,在研究和解决问题的过程中,不仅需要相应的知识,还要注意运用科学方法.伽利略就是运用了科学的思维和科学方法,设想了理想斜面实验,以令人信服的道理,使人们摒除了千百年来的观点“力是维持物体运动的原因”.

**[例 2]** 如图 1-1-2 所示,实验小车在水平路面上作匀速直线运动,在车厢内固定的光滑桌面上放置着质量分别为  $M$  和  $m$  的两个物体,且  $M > m$ ,当车突然停止时,两物体在离开桌面前 ( )

- A. 一定相撞  
 B. 一定不相撞  
 C. 不一定相撞  
 D. 先撞上,又分开

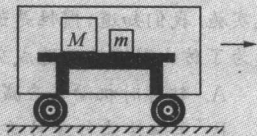


图 1-1-2

**[解]** 两物体在水平方向上没有受到力的作用,它们的运动状态不改变,两物体在离开桌面前相对静止.

**[答案]** B



**【评析】** 车突然停止,而两物体在水平方向上不受外力,保持原来的运动状态,继续运动,这就是惯性。

**【例3】** 如图 1-1-3 所示,小刚同学放学回家的路上,脚被石块绊了一下,身子向前跌倒;而与他一块儿回家的小明过一会儿不小心脚踏到一块西瓜皮,身子向后摔倒,对这两种情景,下列解释合理的是 ( )



图 1-1-3

- A. 二者脚的运动状态改变,而上身由于惯性仍保持原来运动状态
- B. 二者上身的运动状态改变,而脚由于惯性仍保持原来运动状态
- C. 前者上身的运动状态改变,而脚由于惯性仍保持原来运动状态;后者脚的运动状态改变,而上身由于惯性仍保持原来运动状态
- D. 前者上身的运动状态改变,而脚由于惯性仍保持原来运动状态;后者脚的运动状态改变,而上身由于惯性仍保持原来运动状态

**【解】** 脚碰到静止的石头后脚的速度变为零,而人的身子由于惯性继续向前运动,人就向前倒;脚踩在西瓜皮上,由于西瓜皮与地面的摩擦小,在脚踩西瓜皮的时候脚给西瓜皮一个向前的作用力,西瓜皮获得向前的速度大于人行走的速度,脚的速度大,人身子的速度小,所以,人向后倾。

**【答案】** A

**【评析】** 本题的两种现象都是脚的运动状态发生了变化,而人的上身运动状态没有变化导致而成。前者是脚的速度突然变为零,后者是脚的速度突然增大,明确这两点才能正确地解释产生的现象。

**【例4】** 自 2004 年 5 月 1 日起,首部《中华人民共和国交通安全法》已正式实施。我们知道,惯性是造成许多交通事故的原因,下列各项交通规则中,不是为了防止因惯性而造成交通事故的是 ( )

- A. 转弯时机动车应减速慢行
- B. 车辆快速行驶时前后要保持一定的车距
- C. 车辆要靠道路的右侧行驶
- D. 小型客车的驾驶员和前排乘客须系上安全带

**【解】** 转弯时当车的速度大了后,因惯性车要向外而容易发生翻车;车辆快速行驶时前后要保持一定的车距是防止前车突然刹车时,后车从发现前车刹车到自己也刹车,此过程因惯性而要向前行驶一段距离大于前车刹车的距离,若两车

无间距就会撞车；小型客车的驾驶员和前排乘客须系上安全带是为了防止突然刹车时人身子向前倾而撞到驾驶盘和前面的车窗；只在车辆靠道路的右侧行驶才与惯性无关。

[答案] C

[评析] 交通事故中很多是因车速过大，即使是急刹车，车因惯性要滑行很长一段距离才停下来而导致车祸的发生，所以交通规则中的很多条例与惯性有关。

### 基础达标演练

1. (2002·上海春季大综合) 根据牛顿运动定律，以下选项中正确的是( )

- A. 人只有在静止的车厢内，竖直向上高高跳起后，才会落在车厢的原来位置
- B. 人在沿直线匀速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落到起跳点的后方
- C. 人在沿直线加速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落到起跳点的后方
- D. 人在沿直线减速前进的车厢内，竖直向上高高跳起后，将落到起跳点的后方

2. 牛顿第一定律说明了( )

- A. 一切物体都有惯性
- B. 惯性是维持物体运动的原因
- C. 物体的运动不需要力来维持
- D. 物体的运动状态的改变与力无关

3. 关于“牛顿第一定律”建立的说法中，正确的是( )

- A. 它是通过理论推导出来的
- B. 它是通过实验直接得出的
- C. 它是可以通过实验来进行验证的
- D. 它是以前实验事实为基础，通过推理、想象而总结出来的

4. 运输液体的货物的槽车，液体上有气泡，如图 1-1-4 所示，下列判断正确的是( )

- A. 当车开动时，气泡将向前运动
- B. 刹车时，气泡将向前运动
- C. 当车开动时，气泡将向后运动
- D. 刹车时，气泡将向后运动

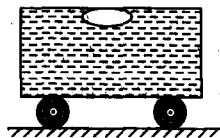


图 1-1-4

5. 下列说法中正确的是 ( )

- A. 静止的火车启动时速度变化缓慢, 是因为火车静止时惯性大
- B. 乒乓球可以迅速抽杀, 是因为乒乓球惯性小的缘故
- C. 将一小球以初速度  $v_0$  竖直抛出后, 小球是由于惯性作用能够继续上升
- D. 匀速前进的公共汽车突然刹车, 车上乘客突然前倾, 这是惯性的作用

6. 平直轨道上匀加速向右行驶的封闭车厢中, 悬挂一个带滴管的盛油容器, 如图 1-1-5 所示, 当滴管依次滴下三滴油时 (设这三滴油都落在车厢底板上), 则 ( )

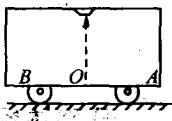


图 1-1-5

- A. 这三滴油依次落在容器的竖直下方  $O$  点
  - B. 这三滴油依次落在  $OB$  之间的同一位置上
  - C. 这三滴油依次落在  $OB$  之间, 且后一滴油比前一滴离  $O$  点近
  - D. 这三滴油依次落在  $OB$  之间, 且后一滴油比前一滴离  $O$  点远
7. 关于惯性, 下列说法正确的是 ( )

- A. 只有静止或作匀速直线运动的物体才具有惯性
- B. 处于任何运动状态的物体都有惯性
- C. 物体运动速度越大, 越不容易停下来, 速度越大, 物体惯性越大
- D. 物体越重, 物体的惯性越大

## 答案与提示

1. C (人竖起向上高高跳起后, 在水平方向上没有外力, 由惯性的原因, 将保持起跳瞬间的水平速度不变, 若车的速度不变, 人落回到起跳点, 若车的速度增大, 人落到起跳点的后方)

2. A、C (惯性是物体的一种属性, 不是维持物体运动的原因, 物体的运动不需要维持)

3. D (“牛顿第一定律”建立的过程是一个经过几代人的努力而建立的, 特别是伽利略用他那不可辩驳的实验事实和理想化推理毁灭了影响二千多年的直觉的观点——力是运动的原因, 而用新的观点来代替它——力不是运动的原因, 而是改变运动状态的原因, 才使得隔代科学家牛顿总结出牛顿第一定律)

4. A、D (车开动时, 车内的液体原来是静止的, 由于惯性仍要保持原来静止状态, 它相对车向后, 气泡则向前, 刹车时, 液体由于惯性要保持原来的运动状态向前, 气泡则向后, 气泡的运动是由于液体的惯性所造成的)

5. B (运动的火车与静止的火车惯性一样大, 乒乓球的质量小, 也就是惯性小, 运动状态容易改变, 可以迅速抽杀; 物体有保持静止状态和匀速直线运动状态的性质, 小球离手后具有向上的速度, 由于小球具有惯性, 它要继续向上运动; 突