



提供在线答疑

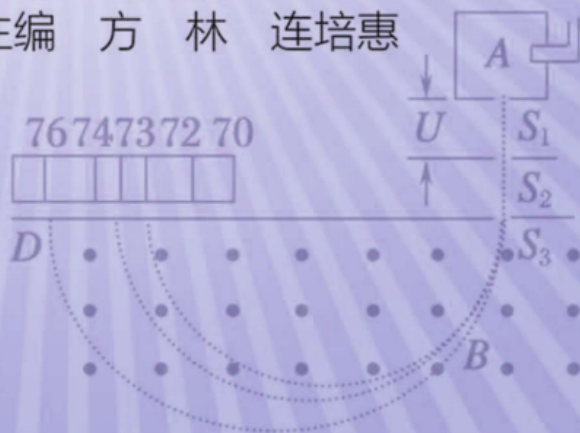
冲关985大学

手把手教你

解高中物理题

◎主 编 朱行建

◎副主编 方 林 连培惠



985

2000成员群

《物理教师专业发展论坛》

智慧结晶

ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

冲关 985 大学

手把手教你解高中物理题

主 编：朱行建

副主编：方 林 连培惠

编 委：(排名不分先后顺序)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 程柱建 | 黄黎树 | 潘华君 | 徐春晓 | 董 耀 |
| 阙志武 | 陈恩谱 | 方映辉 | 王 兵 | 刘思文 |
| 赵永峰 | 范青林 | 朱木清 | 栾顺安 | 胡道成 |
| 陈 宏 | 石有山 | 罗 成 | 张克磊 | 毕桂英 |
| 马洪旭 | 杨亚芳 | 王 顺 | 王秀芳 | 蒋显翠 |
| 陈新虎 | 张 平 | 李 勇 | 郑 金 | 朱柏树 |
| 匡元林 | 刘 奎 | 王道光 | 慕君霞 | 金邦建 |
| 沈春风 | 陈敏华 | 范夕振 | 黄占林 | 欧剑雄 |
| 肖华林 | 陶士金 | 宁鹏程 | 白红雨 | |



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

冲关 985 大学. 手把手教你解高中物理题 / 朱行建主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-308-15838-1

I. ①冲… II. ①朱… III. ①中学物理课—高中—题解 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 103175 号

冲关 985 大学: 手把手教你解高中物理题

朱行建 主编

责任编辑 邹小宁
责任校对 王文舟 丁佳雯
封面设计 林智广告
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州星云光电图文制作有限公司
印 刷 富阳市育才印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 12.5
字 数 320 千
版 次 2016 年 5 月第 1 版 2016 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-15838-1
定 价 28.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcb.com>



“群”策“群”力的创举

作为教育部中学物理教材审查和全国高考试题评价项目成员,多年从事物理教学和研究的特级教师,由于对物理的深深热爱及肩负的责任,我于2014年1月19日创办物理教师专业发展论坛(QQ群),这是全国第一个人数达到2000的中学物理教师专业交流群。2014年10月的一天,浙江大学出版社的编辑陈海权老师联系到我说:既然QQ群里汇集了全国这么多的优秀教师有那么多好题及好的解法,能不能大家一起合作编著一本更符合学生学情、更实用的辅导用书。陈海权老师这一提议立即得到了群里广大教师的积极响应和支持。

目前,在中学教辅用书的市场上,可以说各类教辅用书品种繁多,让人眼花缭乱。但仔细分析一下,大多为配套教材讲解类、高考试题解析类等,基本上都是一位或几位有经验的老师编写的。而本书却发挥出了群中众多优秀教师的人力资源特色,为我们的学生所呈现每一道例题都是群里讨论最多的、最容易犯错误的问题。如何使我们所编写的这本书让我们学生阅读起来更有兴趣、对他们的物理学习更有帮助呢?经群里广大教师的讨论之后,大家一致认为:尽管这本书依旧定位在题目的解答上,但是必须有自己独特的“魅力”——即让学生感到在阅读本书时,就好像平时坐在课堂里上课一样,每当遇到问题中的沟沟坎坎时,就好像老师始终坐在你的身边,手把手地为你指点迷津,带你走向成功。这也是本书命名为《手把手教你解高中物理题》的缘故。

经过协商,由本人任主编,方林和连培惠任副主编,并建立了“图书写作”专用群,邀请了一大批热爱教研、解题经验丰富的名师在群里进行研讨,将自己对典型的物理问题精辟而又独特的见解付诸笔端,撰写成一篇篇让大家爱不释手的文章。当然,本书在编著的过程中,不仅得到陈海权老师的鼎力支持,同时也参考了同样是“‘群’策‘群’力”的《手把手教你解高中数学题》一书中的体例和写作经验,共同策划了编写方案,包括写作模板、编写目标和编写要求。

本书在编写过程中,主要突出了以下几个方面的特点:

1. 写作模板中的栏目设计简单实用,重点突出“手把手”的理念

(1)每道例题开头都有“思维引导”,它从整体上分析题目特征、难点,对解题的角度或思路进行简单的点拨,引导学生思考。

(2)解题过程中适时地嵌入“要点提醒”,它是对解题时所用到的规律、定理及技巧的强调。

(3)每道例题最后有“解题反思”,它主要呈现需要反思的东西,或是规律的挖掘,或是题根的探源,或是解题技巧的提炼等。

(4)中间会随时插入“手把手”栏目,就像名师在你身边,随时给你提醒,由你自己完成解题并学会解决问题的方法。

2. 在制定编写目标时,重点突出解决问题的思想和方法

(1)以经典题为引线,将高中物理的主要解题方法、技巧和重要的知识点予以充分体现。

(2)通过一题多解、发散思维、多角度思考,以及灵活多样的演绎,让学生不但学会基本解题方法,而且还要学会一些技巧性的解题方法。

(3)重思路来源,重方法引导,重回顾总结,不是为解题而解题,而是要教会学生解题。



3. 在落实编写要求时,尊重“课标”,瞄准高考

(1) 选题内容不求全面覆盖,但须突出重点,以提高解题能力为主。

(2) 以中等难度的题为主,以照顾大多数学生,充分展示解题的过程。也选择一些难题和容易题,要求把难题解明白,把容易题解精彩。

(3) 善于将问题归类,以“形同异质”和“一题多解”展现问题的解决方法。

一本教辅的设计理念必须通过样张体现出来,让参与写稿的老师有“样”可参。经过大家对样张的讨论,由方林老师负责撰写了样张。在选择题例时,方林老师以一道经典题型“板块问题”为载体,从多角度深入剖析试题,用生动活泼的语句帮助学生建立模型、挖掘隐含条件,逐步找到求解问题的突破点,有效降低了难度。在解答时,方林老师首先从最基本的受力分析和运动分析两个方面引导学生思考,让其明白在解决问题的过程中常规思路更具有普遍性;其次,方林老师引导学生采用“数形结合”的思想即用“ $v-t$ 图象法”来思考问题,将一般问题进行特殊化处理,注重方法与技巧的点拨,更让学生了解到新课标高考对考生“运用数学知识求解物理问题”的能力要求;再者,方林老师引导学生从“动量和能量”的角度来分析问题,恰使得学生对分析力学问题的三把“金钥匙”有了更加深刻、更加完善的认识;最后,方林老师还给出了一种竞赛常用的解题方法——“相对运动法”,对开阔学有余力的学生视野有一定的帮助。本书既能满足大多数中等生自学的需要,也能满足一部分学有余力优生进行自我拔高的需要。既适用于高考使用全国卷的地区考生,也适用于自主命题省份的考生。

样张确定以后,群内老师积极响应,踊跃投稿。在大家的共同努力下,历经近一年的编审工作,努力做到优中选精,全国第一本由QQ群集体创作的物理解题书终于诞生了。

这本书是物理教师专业发展论坛群“群”策“群”力创举的结晶,它充分展现了群里优秀教师的教学研究成果。相信您的选择,它值得您拥有! 因为,本书不仅是学生学习过程中自主解题的好助手,也是一线高中物理教师研究解题和教授解题的好资料。它不仅有很好的实用价值,而且具有较高的收藏价值。

在编写本书的过程中,一大批酷爱教研的青年才俊脱颖而出,撰稿数量之多、质量之高令人发自内心的钦佩,例如山东省荣成市第二中学连培惠、江苏省如皋中学程柱建、天津市西青区杨柳青第四中学马洪旭、湖北省恩施高中陈恩谱、江西省南城县第一中学阙志武、山东省烟台市莱山第一中学范青林、安徽省定远县第二中学张克磊等;还有一大批写稿经验丰富的名师也为本书的创作做出了杰出的贡献,像武汉市黄陂区第一中学朱木清、山西介休市第一中学石有山、内蒙古乌拉特前旗第一中学罗成、江苏省宜兴第一中学潘华君、河南省巩义市巩义中学宁鹏程、安徽省宣城中学黄黎树、山东省荣成市第二中学栾顺安、贵州省毕节第三实验高级中学胡道成、辽宁省凌源市职教中心郑金、浙江省温州市第十五中学金邦建等。老师们对物理问题剖析的如此透彻,也为我们的莘莘学子送上了一份自主探索物理的大餐!

另外,在本书编著的过程中,我们也得到一些物理教学研究方面专家及特级教师的大力支持,他们或为本书的设计理念出谋划策,或为本书撰稿,将自己多年宝贵经验分享给我们的读者,像江苏省东台市教育局教研室朱柏树、安徽省合肥市教育局教研室陶士金、湖北枝江市第一高级中学正高级教师陈宏、浙江鉴湖中学正高级教师陈敏华博士、威海市特级教师徐春晓等。

借此机会,我谨代表本书的编委向他们辛勤的付出表示由衷的感谢和诚挚的敬意!

朱行建
2015年12月

目 录

| | |
|----------------------|---------|
| 第一部分 力与直线运动 | (1) |
| 名师指路 | (1) |
| 解题高手 | (27) |
| 第二部分 力与曲线运动 | (32) |
| 名师指路 | (32) |
| 解题高手 | (49) |
| 第三部分 动量与能量 | (53) |
| 名师指路 | (53) |
| 解题高手 | (74) |
| 第四部分 电场与磁场 | (79) |
| 名师指路 | (79) |
| 解题高手 | (103) |
| 第五部分 恒定电流 | (108) |
| 名师指路 | (108) |
| 解题高手 | (116) |
| 第六部分 电磁感应、交变电流 | (120) |
| 名师指路 | (120) |
| 解题高手 | (136) |
| 第七部分 选修部分 | (140) |
| 名师指路 | (140) |
| 解题高手 | (153) |
| 参考答案 | (161) |



第一部分 力与直线运动

名师指路

【例1】 在某条平直公路上,一辆汽车以 3m/s^2 的加速度由静止开始做匀加速运动,这时一辆自行车恰好以 6m/s 的速度从汽车旁驶过,试计算:从该时刻起,汽车在追上自行车之前,经过多长时间汽车和自行车相距最远,最远距离是多少?

[解题名师:内蒙古乌拉特前旗第一中学 罗成]

【思维导引】 此题涉及大家在高中阶段最为熟悉的两个模型——匀速直线运动和匀变速直线运动,难点是两者满足什么临界条件时相距最远。具体可用分析法、图象法、极值法、相对运动法求解。

解法1:分析法

【要点提醒】 画出运动情境图有利于运动学问题的解决。汽车的速度不断增大,而自行车的速度不变。汽车在追上自行车之前,当汽车速度小于自行车的速度时,汽车和自行车的距离不断增大,当汽车速度大于自行车的速度时,汽车和自行车的距离不断减小,因此当汽车与自行车的速度相等时两者相距最远。

手把手 设汽车 t 时刻的速度为 v_1 ,自行车的速度为 v_2 ,汽车在追上自行车之前,设经过时间 t 两者相距最远,则 $v_1 = at = v_2$ 。

所以 $t = \frac{v_2}{a} = \frac{6}{3}\text{s} = 2\text{s}$, 又 $\Delta x = v_2 t - \frac{1}{2}at^2$, 代入数值得 $\Delta x = 6\text{m}$ 。

解法2: $v-t$ 图象法

【要点提醒】 图象具有直观、形象的特点,在同一坐标系中画出汽车和自行车的 $v-t$ 时间图线,可以方便地得出何时两者相距最远。

手把手 如图 1-1 所示为自行车和汽车运动的 $v-t$ 图象, $v-t$ 图象中的图线与 t 轴围成的“面积”代表位移。

由 $v-t$ 图象可以看出,当汽车与自行车的速度相等时,即 $v_1 = v_2$, 两者“面积”之差最大,即两者相距最远。

设经时间 t 两者速度相等,则 $t = \frac{v_2}{a} = 2\text{s}$ 。

如图 1-1 所示,最大距离 Δx 为阴影部分的面积,则 $\Delta x = 6\text{m}$ 。

解法3:一元二次方程求极值法

【要点提醒】 运用数学工具处理物理问题是学习高中物理的基本技能,能否用函数的思想解决运动学的极值问题呢? 答案是肯定的。

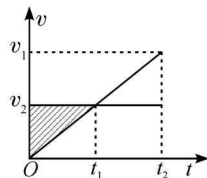


图 1-1



手把手

汽车在追上自行车之前,设经时间 t 自行车与汽车相距 Δx ,则

$$\Delta x = v_2 t - \frac{1}{2} a t^2 = 6t - \frac{3}{2} t^2.$$

由一元二次函数求极值的方法可知

$$\text{当 } t = -\frac{b}{2a} = 2\text{s 时, } \Delta x \text{ 有最大值,最大值为 } \Delta x = \frac{-b^2 + 4ac}{4a} = 6\text{m}.$$

解法 4: 相对运动法

【要点提醒】 由于汽车、自行车间有相对运动,使得运动过程比较烦琐,而如果假定自行车是静止不动的,问题将会大大简化,如何让运动的自行车“静止不动”呢?原来运动和静止是相对的,同一物体的运动会因参考系选择不同而不同,所以为了简化问题,我们应该怎样处理呢?当然应该以自行车为参考系了。



手把手

设汽车 0 时刻的速度为 v_1 , 自行车的速度为 v_2 , t 时刻汽车的速度为 v_1' , 自行车的速度为 v_2' , 选取匀速运动的自行车为参考系, 则汽车从开始运动到相距最远的时间内, 汽车相对参考系的各个物理量分别为: $v_0 = v_1 - v_2 = -6\text{m/s}$, $v_t = v_1' - v_2' = 0$ 。

由于自行车匀速运动, 则 $v_2' = v_2$, 相对加速度 $a = a_1 - a_2 = 3\text{m/s}^2$ 。

当 $t = \frac{v_t - v_0}{a} = 2\text{s}$ 时两者相距最远, 此时

$$\Delta x = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = -6\text{m},$$

其中, 负号表示汽车落后于自行车。

【解后反思】 本题考查的知识点主要是匀速直线运动、匀变速直线运动的规律。以上探讨了四种不同解法, 这四种解法也是我们解决运动学问题的基本方法, 解法 1 需要同学们先画出实际运动情境图进行定性分析, 再列出方程进行求解; 解法 2 形象直观、简洁明了, 如果是运动学部分的选择題, 运用图象法最容易快速求出结果; 解法 3 数理结合, 方法巧妙, 对于复杂的函数关系, 还可以通过求导求得极值; 解法 4 涉及相对运动, 要求较高。因此我们在分析运动学的计算题时, 首先要搞清楚物体运动过程及位置关系, 解题时应优先考虑使用分析法求解; 若是选择题或填空题, 则优先选用图象法。大家若能用不同的方法解决这道题, 可以从不同的角度思考物理问题, 活化物理规律, 开阔自己的解题视野, 这对拓展同学们思维的广度、深度及提高发散思维能力和灵活运用各种知识的能力起着事半功倍的效果。

【例 2】 平直道路上有甲、乙两辆汽车同向匀速行驶, 乙车在前甲车在后。甲、乙两车速度分别为 40m/s 和 25m/s , 当两车距离为 200m 时, 两车同时刹车。已知甲、乙两车刹车的加速度大小分别为 1.0m/s^2 和 0.5m/s^2 , 问: 甲车是否会撞上乙车?

[解题名师: 山东省荣成市第二中学 赵永峰]

【思维导引】 此题涉及大家在高中阶段最为熟悉的一个模型——两车追及问题, 难点是如何判断两车是否相撞, 这就需要对相撞的原因理解详细, 否则很难对两车运动的关系进行判断, 也就无法抓住两者对位移、时间、速度的关系。可从运动学物理量条件关系、数学方法运用、 $v-t$ 图象等不同角度得出几类解法。



手把手 此题用文字介绍两车的运动情况,读完题后在脑海里形成的模型轮廓不太清晰,从而很难对两者之间的情况进行清晰明了的比较,因此画出两者运动过程情境图就会使题意变得形象易懂,如图 1-2 所示。

【要点提醒】 题中仅已知两车各自初速度和加速度,位移和时间未知,因为我们要找出两车之间的运动关系,所以有必要设出各自位移和时间,最后设法消去或解出即可。

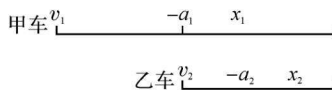


图 1-2

解法 1: 从两车相撞的原因条件分析解题

手把手 两车同向运动相撞的原因是在同一时刻恰好运动到同一位置时,若后车速度大于或等于前车速度时两车相撞,若后车速度小于前车速度时两车不相撞。因此,可以从比较两者速度相等时的位移关系来判断两车是否相撞。

手把手 要想两车速度相等时恰好相撞,由于两车从同一时刻计时,相遇又必须为同一时刻,则可以把两者运动时间设为共同时间量 t 。

两车均做匀减速直线运动,设经过时间 t 速度相等,根据速度时间关系公式得

$$v_1 - a_1 t = v_2 - a_2 t,$$

代入数值解得 $t = 30\text{s}$ 。

手把手 两车在同一时刻速度相等时一定相撞吗?要想恰好相撞还需要具备怎样的条件?两者位移有什么关系?可以分别求出两者各自做匀减速运动 30s 的位移,然后进行比较。

$$\text{甲车做匀减速运动 } 30\text{s} \text{ 的位移 } x_1 = v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2,$$

代入数值解得 $x_1 = 750\text{m}$,

$$\text{乙车做匀减速运动 } 30\text{s} \text{ 的位移 } x_2 = v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2,$$

代入数值解得 $x_2 = 525\text{m}$ 。

手把手 由于两车都做匀减速运动,若后车(甲车)经过相同时间速度相等的位置在前车(乙车)前面,则两车已经相撞;若后车(甲车)经过相同时间速度相等的位置在前车(乙车)后面,则两车不会相撞;若后车(甲车)经过相同时间速度相等的位置恰好和前车(乙车)相同,则两车恰好相撞,所以要对两车的位置进行比较。

以甲车初始计时时刻的位置为参考点 $s + x_2 = 200\text{m} + 525\text{m} = 725\text{m}$ 。

由于 $x_1 > s + x_2$,所以两车相撞。

解法 2: 运用数学方法分析解题

【要点提醒】 两车同向运动相撞的原因是在同一时刻恰好运动到同一位置时,可以通过两车运动到同一位置之间的位移关系来求共同时间,通过判断关系式是否有解来确定两车是否相撞。

手把手 由于两车从同一时刻计时,相遇又必须为同一时刻,则可以把两者运动时间设为共同时间量 t 。

根据位移与时间关系式得,甲车做匀减速运动 t 时间的位移: $x_1 = v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2$ 。



乙车做匀减速运动 t 时间的位移： $x_2 = v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2$ 。

手把手 直接比较两车运动位移关系行吗？因为两车相遇的条件为同一时刻、同一地点，所以要比较两者位置关系必须设相同参考点。

设甲车初始计时时刻的位置为参考点，假设两车相撞，则初末位置相同，从而得出两者位移关系式： $x_1 = s + x_2$ ，即

$$v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 = s + v_2 t - \frac{1}{2} a_2 t^2,$$

代入数值得 $t^2 - 60t + 800 = 0$ ，

根据数学方程式求解公式得 $\Delta = 400 > 0$ ，

方程式有解，所以两车相撞。

解法3：通过 $v-t$ 图象分析解题

【要点提醒】 由于甲、乙两车分别做加速度大小不同的匀变速运动，要使两车恰好相撞，则经过相同时间运动到同一位置时速度相等，因此可以采用 $v-t$ 图象法来分析当两车在经过相同时间速度相等时的位置关系。

选向前为正方向，作出两者的 $v-t$ 图象，如图 1-3 所示。其中图线甲为甲车的 $v-t$ 图象，图线乙为乙车的 $v-t$ 图象，且甲线的斜率（绝对值）为 $a_1 = 1.0 \text{m/s}^2$ ，乙线的斜率为 $a_2 = 0.5 \text{m/s}^2$

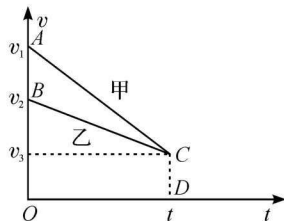


图 1-3

手把手 要想两车速度相等恰好相撞，由于两车从同一时刻计时，相遇又必须为同一时刻，则可以把两者运动时间设为共同时间量 t 。

两车均做匀减速直线运动，设经时间 t 两车速度相等，根据速度时间关系公式得

$$v_1 - a_1 t = v_2 - a_2 t,$$

代入数值解得 $t = 30 \text{s}$ 。

甲、乙两车运动 30s 后的速度为 $v_3 = 10 \text{m/s}$ 。

手把手 接下来如何根据图象分析问题？由于题目中涉及各种位移关系，而 $v-t$ 图象与 t 轴所围的面积即为位移，通过图象可以求出两车各自位移。

由图象可以看出，甲车经过 30s 运动的位移为图中梯形 AODC 的面积，即

$$x_1 = \frac{1}{2} (v_1 + v_3) t, \text{ 代入数值得 } x_1 = 750 \text{m},$$

乙车经过 30s 运动的位移为图中梯形 BODC 的面积，即

$$x_2 = \frac{1}{2} (v_2 + v_3) t, \text{ 代入数值得 } x_2 = 525 \text{m}.$$

手把手 由于两车都做匀减速运动，若后车（甲车）经过相同时间速度相等的位置在前车（乙车）前面，则两车已经相撞；若后车（甲车）经过相同时间速度相等的位置在前车（乙车）后面，则两车不会相撞；若后车（甲车）经过相同时间速度相等的位置恰好和前车（乙车）相同，则两车恰好相撞，所以要对两车的位置进行比较。

以甲车初始计时时刻的位置为参考点 $s + x_2 = 200 \text{m} + 525 \text{m} = 725 \text{m}$ 。

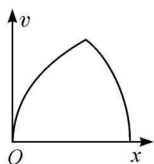
由于 $x_1 > s + x_2$ ，因此两车相撞。

【解后反思】 以上三种不同解法是我们分析汽车追及问题的几种常用方法，这三种方

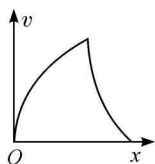


法都比较直观形象,运算难度不大,都需要我们掌握。三种方法具有共同点:仔细审题,分析过程,深入挖掘追及问题的原因和特点,我们要学会如何去分析问题。而不是去死记硬背这几种做法。

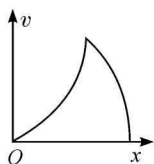
【例3】 一汽车从静止开始做匀加速直线运动,然后刹车做匀减速直线运动,直到停止。下列速度 v 和位移 x 的关系图象中,能描述该过程的是 ()



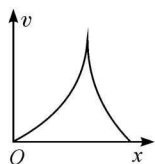
A



B



C



D

[解题名师:江苏省如皋中学 程柱建]

【思维导引】 本题中,汽车的运动情境并不复杂,如果考查汽车的 $v-t$ 图象,相信大家一定没有问题。可是本题考查的是罕见的 $v-x$ 图象,陡然增加了难度。事实上,这道题是2014年江苏高考单项选择题的最后一题,难度确实很大。读者可以根据图象的特点来解决问题。

【要点提醒】 一般来说,可以从图象的“魂”和“形”两个维度解决图象问题。函数关系式是图象的“魂”,图象的“形”则需要读者关注图象的轴、线、点、面这4个方面。

解法1: 利用函数关系式解题

汽车做匀加速运动阶段的函数关系式为 $v^2 = 2a_1x$,为了能方便地得到关系式对应的图象,我们不要把关系式变形为 $v = \sqrt{2a_1x}$,而是变形为 $x = \frac{1}{2a_1}v^2$,相当于调换了自变量和因变量,这时可以轻松得到对应的图象是开口向 x 轴正方向的抛物线,选项 C、D 错误。同理,汽车做匀减速运动阶段的函数关系式为 $v^2 - v_0^2 = -2a_2x$, v_0 表示加速阶段的末速度、减速阶段的初速度,这时对应的图象是开口向 x 轴负方向的抛物线,选项 B 错误,选项 A 正确。



手记 同学们要特别注意:斜率往往是物理图象问题的题眼,是解决图象问题的关键之一。根据斜率的性质意义,可以将斜率分为显性斜率或隐性斜率。物理图象某点的斜率表示纵轴对应的物理量对横轴对应的物理量的变化率,表达式为 $k = \frac{\Delta y}{\Delta x}$,当斜率对应某个物理量时,我们称之显性斜率。当物理图象的斜率并不对应某个物理量,但经过适当处理后,仍能体现出一定的物理意义时,可以称之隐性斜率。

解法2: 利用隐性斜率解题

我们可以得到 $v-x$ 图象的斜率 $k = \frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{a}{v}$,汽车启动做匀加速运动时, a 一定, v 增大,斜率减小;汽车制动做匀减速运动时, a 一定, v 减小,斜率增大,由此可以快速选出正确选项 A。

【解后反思】 现在具体讲讲求解图象问题的两个维度:

(1) 图象的魂——函数关系式,它常常是根据物理情境画图或根据图象进行物理判断、分析等的依据。

(2) 图象的形——

① 轴:读图时要关注坐标轴的物理量及单位,明确图象所要表达的物理意义;要关注坐



标轴的标度,有时标度在单位处统一乘以一个倍数;要关注纵坐标轴的起始值,有时不是从零开始的。

②线:曲、直线的含义不同;线上某点的斜率表示纵轴对应的物理量对横轴对应的物理量的变化率,往往对应某个物理量(即显性斜率);能区分非线性图象的平均变化率(某点与原点连线的斜率,表达式为 $k = \frac{y}{x}$)和曲线在某点的变化率(图线某点切线的斜率,表达式为 $k = \frac{\Delta y}{\Delta x}$)。

③点:物理图象中的特殊点包括极值点、交点、拐点、折点等,它们往往隐含着独特的物理意义。

④面:图线与横轴围成的面积是高中物理中积分思想的体现。横、纵坐标轴的两个物理量的乘积,往往对应某一物理量,例如 $v-t$ 图象、 $F-l$ 图象、 $E-x$ 图象的面积分别表示位移、功和电势差。

【例4】 利用超声波遇到物体发生反射,可测定物体运动的有关参量。图 1-4(a)中仪器 A 和 B 通过电缆线连接, B 为超声波发射与接收一体化装置,仪器 A 和 B 提供超声波信号源而且能将 B 接收到的超声波信号进行处理并在屏幕上显示其波形。

现固定装置 B,并将它对准匀速行驶的小车 C,使其每隔固定时间 T_0 发射一短促的超声波脉冲,发出的波形如图 1-4(b)中幅度较大的波形,接收到的反射波(幅度较小)滞后的时间已在图中标出,其中 T 和 ΔT 为已知量。另外,还知道该测定条件下超声波在空气中的速度为 v_0 ,根据所给信息求小车的运动方向和速度大小。

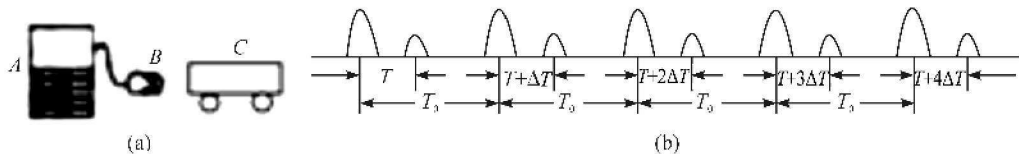


图 1-4

[解题名师:武汉市黄陂区第一中学 朱木清]

【思维导引】 首先,要对题目给出的信息(包括图示)进行转译。超声波信号发出至遇到小车反射,时间间隔依次为 $T, T + \Delta T, T + 2\Delta T, \dots$,相邻两脉冲发出的时间间隔均为 T_0 ,示图给出的只是相关的时间时刻,必须转译出物体对应的位置关系。然后再根据位置关系图建立方程求解。

本题超声波信号从发出至遇到小车反射,时间间隔分别为 $T, T + \Delta T, T + 2\Delta T, \dots$,依次增长,可知小车不断远离信号源,车向右匀速运动。而空气中超声波也是匀速传播的,被小车反射后匀速返回,可设想为重力和空气阻力都不计的弹性小球匀速运动,与小车轻碰一下后等速率弹回。这样,就转化成了同一直线上两个匀速运动的追及和相遇模型问题。

解法 1:解析法

【要点提醒】 这里研究对象有两个:匀速运动的小车和重力与空气阻力都不计的弹性小球(超声波),寻求它们的运动关联,解决的基本方法是解析法。重要的是正确画出过程示意图,再寻找时间和空间位置关系。

如图 1-5(a)所示,设信号源所在地为坐标原点 O , t_1 时刻信号源发出第 1 个脉冲,此刻小车运动到 x_1 处,脉冲 t_1' 时刻追上小车,追上时小车在 x_1' 处,脉冲被反射,返回发射点为 t_1'' 时刻。题设 $t_1'' - t_1 = T$,由于声波传播速率一定,往返距离相同,则往返时间相等, $t_1'' - t_1'$



$=t_1' - t_1 = \frac{T}{2}$, 到此可否求出 t_1' 时刻小车相对信号源的距离 x_1' ?

如图 1-5(b) 所示, 从 t_1 时刻起, 再经时间 T_0 , 即 t_2 时刻信号源发出第 2 个脉冲, 设此刻小车运动到 x_2 处, 脉冲 t_2' 时刻追上小车, 追上时小车在 x_2' 处, 脉冲被反射, 返回发射点为 t_2'' 时刻。同理, 题设 $t_2'' - t_2 = T + \Delta T$, 由于声波传播速率一定, 往返距离相同, 则往返时间也相等, $t_2'' - t_2' = t_2' - t_2 = \frac{T + \Delta T}{2}$, 到此可否求出 t_2' 时刻小车相对信号源的距离 x_2' ?

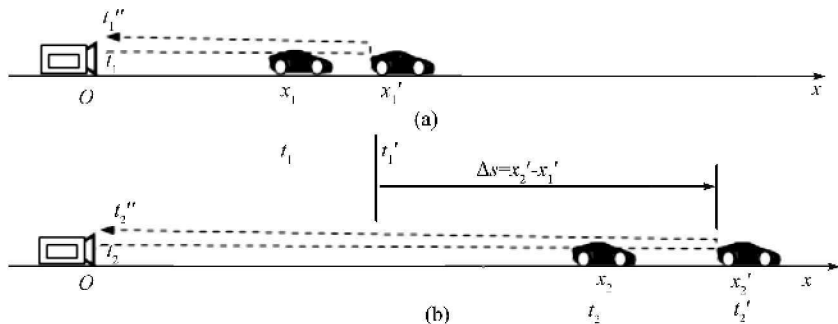


图 1-5

至此, $t_1' \rightarrow t_2'$ 这段时间及小车的位移 $s = x_2' - x_1'$ 是否可求? 小车的速度呢?



手把手 第 1 个脉冲信号被小车反射时, 小车离信号源的距离为

$$x_1' = v_0 \cdot (t_1' - t_1) = v_0 \cdot \frac{T}{2},$$

第 2 个脉冲信号被小车反射时, 小车离信号源的距离为

$$x_2' = v_0 \cdot (t_2' - t_2) = v_0 \cdot \frac{T + \Delta T}{2},$$

从第 1 个脉冲信号被小车反射到第 2 个脉冲信号被小车反射这段时间为

$$\Delta t = t_2' - t_1' = T_0 + \frac{T + \Delta T}{2} - \frac{T}{2} = T_0 + \frac{\Delta T}{2},$$

小车的位移 $\Delta s = x_2' - x_1' = v_0 \cdot \frac{T + \Delta T}{2} - v_0 \cdot \frac{T}{2} = v_0 \cdot \frac{\Delta T}{2}$,

故小车的速度大小为 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v_0 \Delta T}{2T_0 + \Delta T}$ 。

解法 2: 位移图象法

【要点提醒】 同一直线上两个匀速运动的追及和相遇问题, 用位移图象也能求解。在同一坐标系中画出研究对象的位移图象, 由于匀速运动的小车和超声波信号的位移图象均为直线, 而小车速度 v 小于声波速度 v_0 , 故两直线斜率不等, 两者的位移图象有交点, 交点表示“相遇”, 随后声波被反射, 其速度反向, 注意图线斜率变为负值。再依据图象沿时间坐标轴找运动时间关系, 沿位置坐标轴找几何位置关系, 联立求解。



手把手 如图 1-6 所示, t_1 时刻信号源发出第 1 个脉冲, 设此刻小车运动到 x_1 处, 脉冲 t_1' 时刻追上小车, 追上时小车在 x_1' 处, 脉冲被反射, 回到发射点为 t_1'' 时刻。

题设 $t_1'' - t_1 = T$, 由于声波传播速率一定, 往返距离相同, 则往返时间相等, 故 $t_1'' - t_1' = t_1' - t_1 = \frac{T}{2}$ (沿横轴方向找), t_1' 时刻小车离信号源的距离为 (沿纵轴方向找)



$$x_1' = v_0 \cdot (t_1' - t_1) = v_0 \cdot \frac{T}{2}$$

从 t_1 时刻起,再经时间 T_0 ,即 t_2 时刻信号源发出第 2 个脉冲,设此刻小车运动到 x_2 处,脉冲 t_2' 时刻追上小车,追上时小车在 x_2' 处,脉冲被反射,回到发射点为 t_2'' 时刻。同理,依题意 $t_2'' - t_2 = T + \Delta T$,由于声波传播速率一定,往返距离相同,则往返时间相等,故 $t_2'' - t_2' = t_2' - t_2 = \frac{T + \Delta T}{2}$ (沿横轴方向找), t_2' 时刻小车离信号源的距离为(沿纵轴方向找)

$$x_2' = v_0 \cdot (t_2' - t_2) = v_0 \cdot \frac{T + \Delta T}{2}$$

t_1' 时刻第 1 个脉冲信号被小车反射到 t_2' 时刻第 2 个脉冲信号被小车反射这段时间为(沿横轴方向找)

$$\Delta t = t_2' - t_1' = T_0 + \frac{T + \Delta T}{2} - \frac{T}{2} = T_0 + \frac{\Delta T}{2},$$

Δt 时间内小车的位移为(沿纵轴方向找)

$$\Delta s = x_2' - x_1' = v_0 \cdot \frac{T + \Delta T}{2} - v_0 \cdot \frac{T}{2} = v_0 \cdot \frac{\Delta T}{2},$$

故小车的速度大小为 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v_0 \Delta T}{2T_0 + \Delta T}$ 。

【思维拓展】 若信号源位置不固定,也在运动中(如车载发射),信号源与被观测物存在相对运动,发出信号和接收信号时信号源位置发生变动,则信号往返时间不等,分析起来难度就大大增加。但是,用上述解析法或利用位移图象仍能解决。

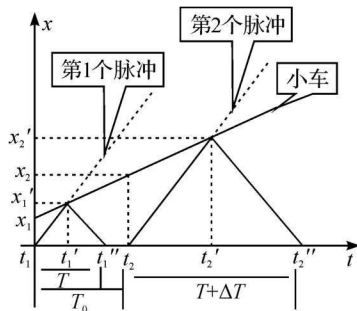
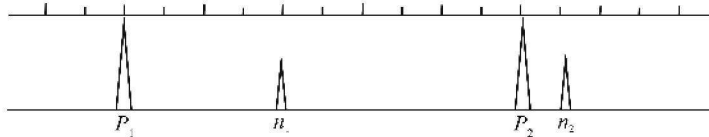


图 1-6

【例 5】 图 1-7(a)是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图,测速仪发出并接收超声波信号,根据发出和接收到的信号间的时间差,测出被测物体的速度。现将测速仪安装在车上,其载车与被测车相向运动,测速仪速度为 $v_1 = 20\text{m/s}$ 。图 1-7(b)显示, P_1 、 P_2 是测速仪先后发出的两个超声波信号, n_1 、 n_2 分别是 P_1 、 P_2 由被测汽车反射回来的信号。设测速仪匀速扫描,发出 P_1 、 P_2 的时间间隔 $\Delta t = 1.0\text{s}$,超声波在空气中传播的速度 $u_s = 340\text{m/s}$,若被测汽车也是匀速行驶的,试求被测汽车的速度 v_2 。



(a)



(b)

图 1-7

[解题名师:武汉市黄陂区第一中学 朱木清]



解法 1: 解析法

【思维导引】 由于信号源也在运动,位置关联需研究三个对象:被测汽车、重力和空气阻力都不计的弹性小球(超声波)、信号源(车)。过程图示画起来较为复杂,但基本思路不变。

题设测速仪匀速扫描, P_1 、 P_2 之间的时间间隔 $\Delta t=1.0\text{s}$,故图 1-7(b)所示每格表示时间 $\frac{1}{10}=0.1\text{s}$ 。 n_1 、 n_2 分别是 P_1 、 P_2 由被测汽车反射回来的信号,由图 1-7(b)知,脉冲信号 P_1 发出,经被测汽车反射回来后接收,经历时间为 $\Delta t_1=0.4\text{s}$;脉冲信号 P_2 发出,经被测汽车反射回来后接收,经历时间为 $\Delta t_2=0.1\text{s}$ 。

【要点提醒】 需注意的是:测速仪随载车一起运动,信号发出与接收时地点在变动,信号往返时间不等(相向运动返回时间缩短)。画出过程示意图,如图 1-8 所示, P_1 、 n_1 、 P_2 、 n_2 分别表示第 1 和第 2 个脉冲信号发出和反射回接收到时的测速声仪所在位置, x_1 和 x_2 表示两声波脉冲与前方被测车相遇时的两车间的距离。 v_1 、 v_2 分别表示两车车速($v_1=20\text{m/s}$, v_2 待求), u_s 表示声波相对空气(地面)的速度($u_s=340\text{m/s}$)。已知 $P_1 \rightarrow n_1$ 时间段为 $\Delta t_1=0.4\text{s}$, $P_1 \rightarrow P_2$ 时间段为 $\Delta t=1.0\text{s}$,亦即 $n_1 \rightarrow P_2$ 时间段为 $(1.0-0.4)\text{s}=0.6\text{s}$, $P_2 \rightarrow n_2$ 时间段为 $\Delta t_2=0.1\text{s}$ 。

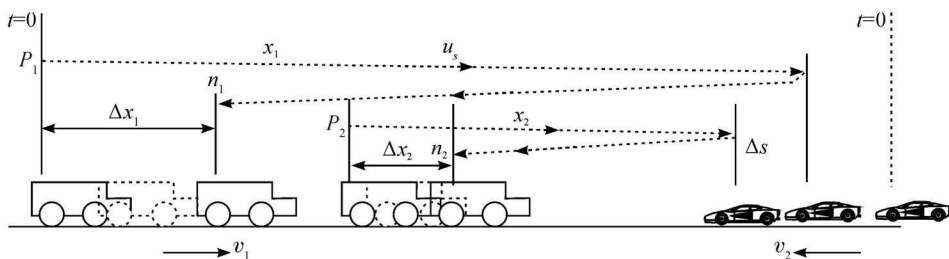


图 1-8

手把手 由图 1-8 几何位置关系有

$$P_1 \rightarrow n_1 \text{ 内: } 2x_1 = \Delta x_1 + u_s \cdot \Delta t_1,$$

$$\text{即 } 2x_1 = v_1 \cdot \Delta t_1 + u_s \cdot \Delta t_1, \text{ 解得 } x_1 = 72\text{m}.$$

$$P_2 \rightarrow n_2 \text{ 内: } 2x_2 = \Delta x_2 + u_s \cdot \Delta t_2,$$

$$\text{即 } 2x_2 = v_1 \cdot \Delta t_2 + u_s \cdot \Delta t_2, \text{ 解得 } x_2 = 18\text{m}.$$

设两个脉冲信号与被测汽车相遇时间 t_x 内,被测汽车前进了 Δs ,测速仪随载车前进了 $s_{\text{仪}}$,根据图 1-8,应有

$$x_1 = s_{\text{仪}} + x_2 + \Delta s,$$

其中, $s_{\text{仪}} = \overline{P_1 P_2} = v_1 \cdot \Delta t = 20 \times 1.0\text{m} = 20\text{m}$,

则得被测汽车前进了 $\Delta s = (72 - 20 - 18)\text{m} = 34\text{m}$ 。

$$\text{被测汽车前进 } \Delta s \text{ 所用时间: } t_x = \Delta t + \frac{x_2}{u_s} - \frac{x_1}{u_s} = \left(1 + \frac{18}{340} - \frac{72}{340}\right)\text{s} = 0.84\text{s},$$

$$\text{故被测汽车速度大小为 } v_2 = \frac{\Delta s}{t_x} = \frac{34}{0.84}\text{m/s} = 40.47\text{m/s}.$$

解法 2: 位移图象法

【要点提醒】 同样,用位移图象法求解,需要在同一坐标系中画出三个对象的位移图象,再依据图象沿横轴方向找运动时间关系,沿纵轴方向找几何位置关系,联立求解。



手把手 先画出位移图象，如图 1-9 所示，再利用图象分析：

在图 1-9 中，沿纵轴方向的标注找几何位置关系，设两个信号脉冲与被测车相遇时间 t_x 内，被测车前进了 Δs ，测速仪随载车前进了 $s_{\text{仪}}$ ，有

$$x_1 = s_{\text{仪}} + x_2 + \Delta s,$$

其中， $s_{\text{仪}} = 20\text{m}$ ， $x_1 = 72\text{m}$ ， $x_2 = 18\text{m}$ ，故 $\Delta s = (72 - 20 - 18)\text{m} = 34\text{m}$ 。

沿横轴方向的标注找时间关系，有

$$\frac{x_1}{u_s} + t_x = \Delta t + \frac{x_2}{u_s},$$

其中， $\Delta t = 1.0\text{s}$ ， $u_s = 340\text{m/s}$ ，故 $t_x = 0.84\text{s}$ 。

故被测汽车速度大小为 $v_2 = \frac{\Delta s}{t_x} = \frac{34}{0.84}\text{m/s} = 40.47\text{m/s}$ 。

【解后反思】 信号源与被观测物存在相对运动，信号发出与接收时地点在变动，信号往返时间不等（相向运动返回时间较短），过程本身变得复杂些，对于参加名校自主招生备考训练很有帮助。解析法，画过程示意图时需弄清时刻、时间及位置对应关系；图象法，从位移图线“交点”意义入手，横向找时间关系，纵向找位置关系，相比较为简单，但图象使物理图景显得抽象。因此，两者综合利用可相互弥补，相得益彰。

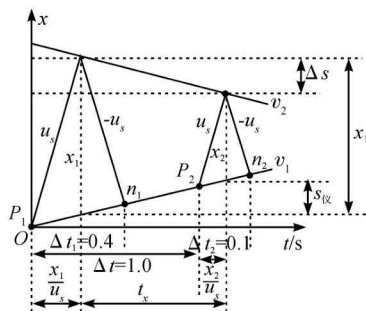


图 1-9

【例 6】 如图 1-10 所示，竖直墙壁光滑，分析静止的木杆受哪几个力作用。

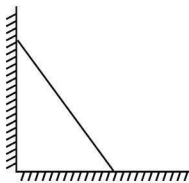


图 1-10

[解题名师：山东省荣成市第二中学 王秀芳]

【思维导引】 此题涉及如何分析物体的受力情况。我们主要依据力的概念、从物体所处的环境（有多少个物体接触）和运动状态着手分析。一般采取以下的步骤分析：

1. 确定所研究的物体，然后找出周围有哪些物体对它产生作用。

采用隔离法分析其他物体对研究对象的作用力，不要找该物体施于其他物体的力，譬如所研究的物体叫 A，那么就应该找出“甲对 A”和“乙对 A”及“丙对 A”等的力，而“A 对甲”或“A 对乙”等的力就不是 A 所受的力。也不要把作用在其他物体上的力错误地认为是通过“力的传递”作用在研究对象上。

2. 要养成按步骤分析的习惯。

(1) 先画重力：作用点画在物体的重心。

(2) 次画接触力（弹力和摩擦力）：绕研究对象逆时针（或顺时针）观察一周，看对象跟其他物体有几个接触点（面），对每个接触点（面）若有挤压，则画出弹力，若还有相对运动（或趋势），则画出摩擦力。要熟记：弹力的方向一定与接触面或接触点的切面垂直，摩擦力的方向一定沿着接触面与物体相对运动（或趋势）方向相反。分析完一个接触点（面）后再依次分析



其他接触点(面)。

(3)再画其他场力:看是否有电、磁场力作用,如有则画出场力。

(4)最后再验证:①每一个力都应找到施力物体;②受的力应与物体的运动状态对应。

手把手 首先选取研究对象——杆,其次按顺序画力:

(1)画重力 G ——作用在木杆的中点,方向竖直向下。

(2)画弹力,有两个接触点,墙与杆接触点属于点面接触,弹力垂直于墙指向杆,地与杆的接触点也属于点面接触,杆受到垂直于地面指向杆的弹力。

(3)画摩擦力,竖直墙光滑,墙与接触点没有摩擦;假设地面光滑,杆将向右运动,所以杆静止时有相对地面向右的运动趋势,所以地面对杆有向左的摩擦力。

杆受重力 G 竖直向下,受弹力 N_1 垂直于墙指向杆,弹力 N_2 垂直于地面指向杆,地面对杆有向左的摩擦力 f ,如图1-11所示。

【要点提醒】要熟记:弹力的方向一定与接触面或接触点的切面垂直,摩擦力的方向一定沿着接触面,且与物体相对运动(或趋势)方向相反。

【解后反思】对物体进行受力分析时,往往不是“少力”就是“多力”,因此在进行受力分析时应注意以下几点:

(1)只分析研究对象所受的力,不分析研究对象对其他物体所施加的力。

(2)每分析一个力,都应找到施力物体,若没有施力物体,则该力一定不存在。这是防止“多力”的有效措施之一。检查一下画出的每个力能否找出其对应的施力物体,特别是检查一下受力分析的结果,能否使对象与题目所给的运动状态(静止或加速)相一致,否则,必然发生了多力或漏力现象。

(3)合力和分力不能同时作为物体受到的力。

(4)只分析根据力的性质命名的力(如重力、弹力、摩擦力),不分析根据效果命名的力(如下滑力、上升力等)。

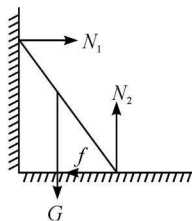


图 1-11

【例7】L型木板 P (上表面光滑)放在固定斜面上,轻质弹簧一端固定在木板上,另一端与置于木板上表面的滑块 Q 相连,如图1-12所示。若 P 、 Q 一起沿斜面匀速下滑,不计空气阻力。则木板 P 的受力个数为 ()

A. 3

B. 4

C. 5

D. 6

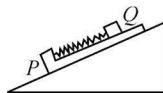


图 1-12

[解题名师:山东省荣成市第二中学 王秀芳]

【思维导引】1.进行受力分析时,一般是分析性质力,而不分析效果力;此外,分力与合力也不能同时进行分析。这样做可防止多力或漏力。

2.对于三力平衡问题,一般是根据推论利用合成法或分解法求解。

3.对于多力平衡问题,一般用正交分解法。用此法时,坐标轴不一定沿水平与竖直建立,应根据具体情况灵活选取。

4.若不涉及物体间内部相互作用,一般用整体法,即以整体为对象;反之,若研究物体间内部的相互作用,则要用隔离法,选对象的原则是受力较少的隔离体。