



2003年高考
最后几题

到底考什么
到底考什么

高 考

及

热点题

压轴题

题

● 归类解析 ●

高考命题研究组编写

理科综合

中国少年儿童出版社

北京高考命题研究组

高考**热点题**及**压轴题**归类解析

理科综合

本册主编：秦家达

本册编者：秦家达 张如莲

卓 婧 姜丽莉

蔡 军 马思劳

中国少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

高考热点题及压轴题归类解析.理科综合/秦家达主编. —北京:
中国少年儿童出版社, 2002.10

ISBN 7-5007-6180-5

I. 高... II. 秦... III. 理科(教育)—课程—高中—升学
参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 077770 号

高考热点题及压轴题归类解析

— 内容概要 —

做一套老题,不如做一道热点题;练十道普通题,不如练一道压轴题。《中高考热点题压轴题归类解析》是由众多特、高级教师通过对当前考试热点的分析和对多年教学经验的综合,精心打造出的—艘题书巨舰,全书题型多样、层次分明、归类清晰、讲解细致,对学生的解题能力进行了非常高效的训练,迅速提高学生举一反三的能力,开拓解题思路,让学生做最少、最精的题,取得最大的进步。

谁能笑傲题海,惟我压轴一卷!

高考热点题及压轴题归类解析·理科综合

GAO KAO RE DIAN TI JI YA ZHOU TI GUI LEI JIE XI·LI KE ZONG HE



出版发行: 中国少年儿童出版社

出版人:

主持编辑:陈效师

责任编辑:陆晓明

责任校对:陈凤鸣

装帧设计:徐徐一枝

封面设计:徐徐一枝

责任印务:栾永生

社址:北京东四十二条二十一号

电话:010-65956688

邮政编码:100708

传真:010-65952676

24 小时销售咨询服务热线:010-65302007

印刷:合肥杏花印务股份有限公司

经销:新华书店

开本:787×1092 1/16

2002 年 10 月北京第 1 版

字数:500 千字

印张:21.75

2003 年 1 月合肥第 1 次印刷

印数:1-10000 册

ISBN 7-5007-6180-5/G·4925

语、数、英、理综、文综全套(五册)总定价:87.00 元

图书若有印装问题,请随时向本社出版科退换。

版权所有,侵权必究。

目 录

敬告考生：考前做题不必太多，关键是把握中考的变化与走向——解析高考热点，破译中考难题。弄明白：今年到底考什么，最后几题考什么？应用了本书，就能够在有限的时间内（考前10周~12周），取得应考状态的新飞跃。从热点聚焦、领悟捷径到激活热点，必将使同学们茅塞顿开，在轻松愉快的心境下，信心百倍地去迎接中考的到来。

第一部分 物 理

热点聚焦→领悟捷径→激活热点

第一章 运动学	(1)
第二章 牛顿运动定律	(8)
第三章 机械能	(18)
第四章 动量与动量守恒	(27)
第五章 机械振动与机械波	(36)
第六章 分子动理论 理想气体	(39)
第七章 电场	(46)
第八章 电路	(53)
第九章 磁场	(61)
第十章 电磁感应	(69)
第十一章 光与原子	(77)
第十二章 物理实验	(84)

第二部分 化 学

热点聚焦→领悟捷径→激活热点

第一章 基础知识	(106)
一、基本概念与基本理论	(106)
二、常见元素的单质及其重要化合物	(121)
三、化学计算	(149)
第二章 化学实验	(160)
第三章 化学学科综合	(186)

第三部分 生 物

热点聚焦→领悟捷径→激活热点

第一章 细胞	(200)
--------	-------



第二章 新陈代谢.....	(208)
第三章 生命活动的调节.....	(222)
第四章 生殖和发育.....	(226)
第五章 遗传和进化.....	(231)
第六章 生物与环境.....	(245)
第七章 生物实验.....	(253)

第四部分 理科综合热点试题例析

热点聚焦→领悟捷径→激活热点

试题例析.....	(263)
激活应用.....	(313)
参考答案	(331)

第一部分 物理

第一章 运动学

【热点聚焦】

运动学是所有力学的基础知识,考生不仅对直线运动和曲线运动(圆周运动和抛体运动)的基本知识应予熟练掌握,而且应提高在力学、电学、磁学中正确运用这些基础知识去综合分析和解决问题的能力,这样,才能适应国家高等教育入学考试的要求。

【领悟捷径】

例1 某物体做匀变速直线运动,某时刻速度的大小为 4 m/s , 1 s 后速度的大小变为 10 m/s ,则在这 1 s 内物体的 ()

- (A) 位移的大小可能小于 4 m (B) 位移的大小可能大于 10 m
(C) 加速度的大小可能小于 4 m/s^2 (D) 加速度的大小可能大于 10 m/s^2

分析点拨:对于匀变速直线运动来说,运动的位移和加速度可以用平均速度以及运动学公式进行计算。

解:如果 1 s 后的末速度方向与初速度方向相同,则有

$$a_1 = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{10 - 4}{1} (\text{m/s}^2) = 6 (\text{m/s}^2)$$

$$s_1 = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t = \frac{10 + 4}{2} \times 1 (\text{m}) = 7 (\text{m})$$

如果 1 s 后的末速度方向与初速度方向相反,则有

$$a_2 = \frac{(-10) - 4}{1} (\text{m/s}^2) = -14 (\text{m/s}^2)$$

$$s_2 = \frac{(-10) + 4}{2} \times 1 (\text{m}) = -3 (\text{m})$$

答:本题正确选项为(A)和(D)。

评述说明:1. 匀变速直线运动公式是矢量式,由于运动量的方向都在同一条直线上,所以设此直线的某一方向为正向(通常取运动的初速度 v_0 方向为正向),与规定正向同向的物理量值取“+”,与规定正向反向的物理量值取“-”。

2. 比较矢量(位移、速度、加速度等等)的大小,只比该物理量值的绝对值的大小,而该物理量值前的正、负仅表示方向相同或相反。

例2 一跳水运动员从离水面 10 m 高的平台上向上跃起,举双臂直体离开台面,此时其重心位于从手到脚全长的中心点。跃起后重心升高 0.45 m ,达到最高点。落水时身体竖直,手先入水。(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计。)从离开跳台到手触水面,他可用于完成空中动作的时间多长?(不计空气阻力, g 取 10 m/s^2 ,计算结果保留两位有效数字)



分析点拨:在不计空气阻力时,竖直上抛和自由下落均可看作加速度为 g 的匀变速运动.在计算时把运动员看作质量集中在重心的一个质点.运动可分为两段,第一段是竖直上抛,第二段是自由下落.两段时间之和即为总时间.

解:对于跳起上升阶段,匀减速运动时间为

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.45}{10}} (\text{s}) = 0.3 (\text{s})$$

对于自由下落阶段,下落时间为

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(h_1 + h_2)}{g}} = \sqrt{\frac{2(0.45 + 10)}{10}} (\text{s}) = 1.45 (\text{s})$$

$$t = t_1 + t_2 \approx 1.8 (\text{s})$$

答:运动员在空中完成动作的时间约为 1.8s.

评述说明:1. 对于加速度(大小、方向)恒定的匀变速直线运动来说,“往”与“返”具有对称的特点,即竖直上抛的时间、初速与相应阶段自由下落的时间、末速大小都相同.

2. 只要物体做平动,通常都把物体视为一个质点,此质点的运动特点代表了整个物体各点的运动情况.在物理学中,经常要用到各种“物理模型”以简化对物理情景的分析和讨论,并使问题研究的结果具有更普遍的意义.每位考生要努力学习和应用这种建立物理模型的能力去解决各种具体的物理问题.

3. 许多计算题的数字结果不是整数,如果题目要求“保留两位有效数字”,则将计算结果第3位数字四舍五入,最后保留两位.

例3 宇航员站在某一星球表面上的某高处,沿水平方向抛出一个球,经过时间 t , 小球落到星球表面,测得抛出点与落地点之间的距离为 L ;若抛出时的初速度增大到2倍,则抛出点与落地点之间的距离为 $\sqrt{3}L$. 已知两次落地点在同一水平面上,求该星球表面的重力加速度 g .

分析点拨:宇航员所抛小球在空中作平抛运动,水平方向是匀速运动,竖直方向是自由落体运动.

解:由图 1-1-1 可知,

$$L^2 = h^2 + (v_0 t)^2$$

$$(\sqrt{3}L)^2 = h^2 + (2v_0 t)^2$$

由上两式可解出

$$h = \frac{L}{\sqrt{3}}$$

由于 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 所以可得

$$g = \frac{2L}{\sqrt{3}t^2} = \frac{2\sqrt{3}L}{3t^2}$$

答:该星球表面的重力加速度为 $\frac{2\sqrt{3}L}{3t^2}$.

评述说明:1. 根据题设条件和情景画一个表示物体运动过程的示意图,在图上标出有关的力学量,这是解物理题的极为重要的一个步骤.这样的图可以帮助我们的一些抽象的文字转

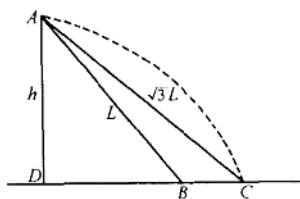


图 1-1-1



化为形象的情景,有利于沟通思维.能迅速、正确、完整地画一个物理附图本身就是一种能力的体现.

2. 审题是解题的第一步,要指出有为数不少的考生在审题上出错误.把题设中的“从抛出点到落地点之间的距离 L ”想当然地曲解为“从抛出点到落地点之间的水平距离 L ”,结果把题理解错了.

例4 一条运河,宽 $L = 100 \text{ m}$,河水流速 $v_1 = 4 \text{ m/s}$.有一艘汽艇,最大航速为 $v_2 = 5 \text{ m/s}$.该艇欲渡河,试问:

(1) 要使渡河时间最短,应如何航行? 要使渡河位移最短,又应如何航行?

(2) 要使汽艇到达出发点正对岸下游 20 m 处,船速至少应是多大?

(3) 若船速为 3 m/s ,欲取最小位移渡河,应如何航行?

分析点拨:汽艇的“航速”是以静水为参照物而言的,河水“流速”是以地面(河岸、码头)为参照物而言的;水对河岸做匀速直线运动,汽艇对静水做匀速直线运动,汽艇渡河是这两个匀速直线运动的合运动(仍是匀速直线运动),在这合运动中渡河的速度、位移等力学量的参照物都是地面码头.

在渡河时,不论汽艇按照什么方向或依哪个路径过河,在垂直于河岸方向上的位移大小都等于河宽,汽艇在这个方向的运动分速度才是渡河的有效分速度.

本题应根据分运动的独立性和等时性以及运动合成的平行四边形法则求解.

解:(1) 当汽艇艇首朝正对岸航行时,汽艇速度完全用于渡河,渡时最短,即

$$t_{\min} = \frac{L}{v_{\max}} = \frac{100}{5} (\text{s}) = 20 (\text{s})$$

要使渡河位移最短,就应使汽艇运动的合位移方向垂直于河岸方向,如图 1-1-2-1 所示.由图可知,合速度大小为 $v_{\text{合}} = \sqrt{v_2^2 - v_1^2}$,

汽艇的航行方向由图中 α 角确定, $\cos \alpha = \frac{v_1}{v_2} = 0.8$, $\alpha = 37^\circ$.

(2) 确定了汽艇渡河的起点和终点,其合运动的方向就确定了.

由图 1-1-2-2 可知,要使船速最小,就必须使 v_2 的方向与合运动位移 AC 的方向垂直, v_2 的大小为

$$v = v_{\min} = v_1 \cdot \cos \theta = 4 \times \frac{100}{\sqrt{100^2 + 20^2}} (\text{m/s}) \doteq 3.9 (\text{m/s})$$

(3) 由于所设船速小于水速,因此,汽艇不可能垂直渡河,渡河的终点必然偏向下游,其“最短位移”只能是最接近垂直河岸方向的合位移.显然,使船速 v_2 方向与汽艇渡河的合位移 AD 方向垂直时位移最短.由图 1-1-2-3 可见,船速(即艇首)方向与河岸夹角 θ 应是

$$\theta = \arccos\left(\frac{v_2}{v_1}\right) = \arccos(0.75)$$

答:要使渡河时间最短,应使艇首垂直于对岸航行;要使渡河位移最短,应使艇首与河岸成 37° 角、向上游方向航行.要使汽艇到达正对岸下游 20 m 处,船速不得小于 3.9 m/s .如果船速仅为 3 m/s ,要使渡河位移最短,必须使艇首沿与河岸成 $\arccos(0.75)$ 的夹角向上游航行.

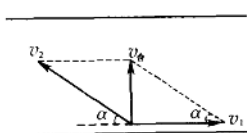


图 1-1-2-1

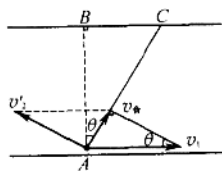


图 1-1-2-2

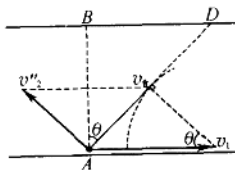


图 1-1-2-3



评述说明:1. 由上述第(1)问可知,汽艇渡河时间最短时,位移不是最短,而是 $20\sqrt{41} \text{ m} \approx 128 \text{ m}$;当渡河位移最短时,渡河时间不是最短,而是 $\frac{100}{3} \text{ s} \approx 33.3 \text{ s}$.

2. 当汽艇的船速小于水速时,汽艇就不可能垂直渡河,船速越小,汽艇的合运动方向就越向下游偏移.

例5 一辆实验小车可沿水平地面(图1-1-3-1中的纸面)上的长直轨道匀速向右运动.有一台发出细光束的激光器装在小转台M上,到轨道的距离MN为 $d = 10 \text{ m}$,如图所示.转台匀速转动,使激光束在水平面内扫描,扫描一周的时间为 $T = 60 \text{ s}$.光束转动方向如图中箭头所示.当光束与MN的夹角为 45° 时,光束正好射到小车上.如果再经过 $\Delta t = 2.5 \text{ s}$ 光束又射到小车上,求小车速度(结果保留两位数字).

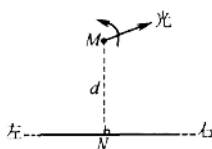


图1-1-3-1

分析点拨:本题中小车匀速直线行进,转台M做匀角速圆周运动,两者同步进行.激光束照射到小车上时,即为细光束与长直轨道的交点,故可画出图1-1-3-2.

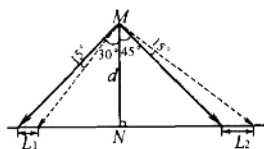


图1-1-3-2

解:在 Δt 内光束转过角度为

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ = 15^\circ$$

这有两种可能:

(1) 光束照射小车时,小车正在接近N点, Δt 内光束与MN的夹角从 45° 变为 30° , 小车走过 L_1 , 速度为 $v_1 = \frac{L_1}{\Delta t}$, 由图可见 $L_1 = d \cdot (\tan 45^\circ - \tan 30^\circ)$, 解出 $v_1 = 1.7 \text{ m/s}$.

(2) 光束照射小车时,小车正在远离N点, Δt 内光束与MN的夹角从 45° 变为 60° , 小车走过 L_2 , 速度为 $v_2 = \frac{L_2}{\Delta t}$, 由图可见 $L_2 = d \cdot (\tan 60^\circ - \tan 45^\circ)$, 解出 $v_2 = 2.9 \text{ m/s}$.

评述说明:1. 物理题中有一些题的解不是惟一的,有两个(甚至多个)解,或系列解.考生应根据题意分析,不要漏解.一般说来,对于圆周运动、简谐振动这一类具有重复性运动特点的问题通常都具有多解的特点.

2. 要注意的是图1-1-3-1中M和长直导轨都在水平平面内,而不是“竖直平面”.

例6 火车A以速度 v_1 匀速行驶,司机发现正前方同一轨道上相距 s 处有另一火车B沿同方向以速度 v_2 (对地,且 $v_2 < v_1$) 做匀速运动,A车司机立即以加速度(绝对值为) a 紧急刹车,为使两车不相撞, a 应满足什么条件?

分析点拨:后车刹车做减速运动,当后车运动到与前车车尾即将相遇时,如后车车速已降到等于甚至小于前车速,则两车就不会相撞.故可取 $s_{\text{后}} = s + s_{\text{前}}$ 和 $v_{\text{后}} \leq v_{\text{前}}$ 求解.

解法一:取上述分析过程的临界状态,则有

$$v_1 t - \frac{1}{2} a_0 t^2 = s + v_2 t$$

$$v_1 - a_0 t = v_2$$

$$a_0 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

解出

所以 当 $a \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$ 时,两车便不会相撞.

解法二:如果后车追上前车发生相撞,则



$$v_1 t - \frac{1}{2} a t^2 = s + v_2 t$$

上式整理后可写成有关 t 的一元二次方程, 即

$$\frac{1}{2} a t^2 + (v_2 - v_1) t + s = 0$$

取判别式 $\Delta < 0$, 则 t 无实数解, 即找不出能发生两车相撞的时间 t . $\Delta < 0$, 则有

$$(v_2 - v_1)^2 < 4 \left(\frac{1}{2} a \right) \cdot s$$

得

$$a > \frac{(v_2 - v_1)^2}{2s}$$

解法三: 运用 $v-t$ 图像进行分析, 设从某时刻起后车开始以绝对值为 a 的加速度开始刹车, 取该时刻为 $t=0$, 则 A、B 两车的 $v-t$ 图线如图 1-1-4 所示. 图中由 v_1 、 v_2 、 c 三点组成的三角形面积值即为 A、B 两车位移之差 ($s_{\text{后}} - s_{\text{前}} = s$), $\tan \theta$ 即为后车 A 减速的加速度绝对值 a_0 . 因此有

$$\frac{1}{2} (v_1 - v_2) \cdot \frac{(v_1 - v_2)}{\tan \theta} = s$$

所以
$$\tan \theta = a_0 = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$$

若两车不发生相撞需 $a \geq a_0$.

评述说明: 上述三种解法的基本思路分别是以物理条件、代数方程、几何图形为出发点进行分析、运算、求解的. 这三种不同的思路正是求解力学题的三种基本方法. 希望考生对每一个题都尽可能用多种不同的解法去分析讨论, 这不仅可以对所研究的问题可以有更广、更深的理解, 而且可以明显地提高自己综合运用理科知识解决实际问题的能力.

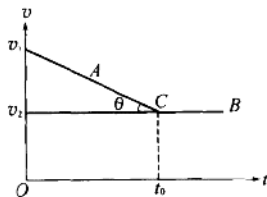


图 1-1-4

【激活应用】

1. 从近地空间的某点 P 相继自由下落 A、B 两球, 不计空气阻力, 则正确说法是 ()
 (A) 从 A 看 B, B 与 A 相对静止 (B) 从 A 看 B, B 做向上的匀速运动
 (C) 从 B 看 A, A 做向下的匀加速运动 (D) 从 B 看 A, A 做向下的匀减速运动
2. 某质点做匀变速直线运动, 经过 a 点的即时速度为 v_a , 经过 b 点的即时速度为 v_b , 从 a 到 b 所经历的时间为 t , 则下列说法中正确的是 ()

①质点在 ab 间的运动平均速度为 $\frac{v_a + v_b}{2}$

②质点经过 ab 中点 c 的即时速度为 $\sqrt{\frac{v_a^2 + v_b^2}{2}}$

③质点在 ac 间运动的平均速度为 $\frac{v_a + v_b}{4}$

④质点在 $\frac{t}{2}$ 时刻的即时速度为 $\frac{v_a + v_b}{2}$

- (A) 只有①② (B) 只有②④ (C) ①②③ (D) ①②④

3. 物体置于光滑水平面上, 初速为零. 先使物体得到一个向东的加速度, 历时 1 s, 随即使加速度反向, 但保持大小不变, 又历时 1 s, 随后又使加速度向东, 大小不变, 再历时 1 s, 如此反



复,只改变加速度的方向,共历时 1 min.则下列说法中正确的是 ()

- (A) 物体时而向东运动,时而向西运动,在 1 min 末物体静止于初始位置
 (B) 物体时而向东运动,时而向西运动,在 1 min 末物体静止于初始位置以东某点
 (C) 物体始终向东运动,从不向西运动,在 1 min 末物体静止于初始位置以东某点
 (D) 物体始终向东运动,从不向西运动,在 1 min 末物体在初始位置以东继续向东运动

4. 关于两个运动的合成,下列说法中正确的是 ()

- ①两个匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动
 ②两个匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动
 ③一个匀速直线运动与一个不在同一直线的匀加速直线运动的合运动一定是一个类似于平抛运动的运动
 ④两个初速为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动

(A) ①③④ (B) ①②③④ (C) ①②③ (D) ①②④

5. 一架飞机水平匀速飞行,从飞机上每隔 1 s 空投一个物体,则下列说法中不正确的是 ()

- (A) 从飞行员看,空投的各个物体都在飞机正下方同一直线上运动
 (B) 从飞行员看,空投的各个物体都在飞机下方同一条抛物线上运动
 (C) 从地面上人看,空投的各个物体各自在不同的抛物线上运动
 (D) 这些空投物体的落地点是一条直线,并且物体间距离都相等

6. 两木块自左向右运动,现用高速摄影机在同一底片上多次曝光,记录下木块每次曝光时的位置,如图 1-1-5 所示.连续两次曝光的时间间隔是相等的,由图可知

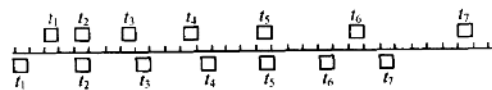


图 1-1-5

- (A) 在时刻 t_2 和时刻 t_5 两木块速度相同
 (B) 在时刻 t_3 两木块速度相同
 (C) 在时刻 t_3 和时刻 t_4 之间某瞬时两木块速度相同
 (D) 在时刻 t_4 和时刻 t_5 之间某瞬时两木块速度相同

7. 柯受良驾驶汽车飞越黄河,汽车从最高点开始到着地为止这一过程可以看作平抛运动.记者从侧面用照相机通过多次曝光,拍摄到汽车在经过最高点以后的三幅运动照片,如图 1-1-6 所示.相邻两次曝光时间间隔相等,已知汽车长度为 L .则正确说法是 ()

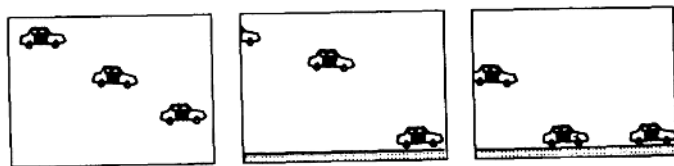


图 1-1-6

- ①从左边一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小
 ②从左边一幅照片可推算出汽车曾经到达的最大高度
 ③从中间一幅照片可推算出汽车的水平分速度大小以及汽车曾经到达的最大高度



④根据实测的数据可从右边一幅照片推算出汽车水平分速度的大小

- (A) ①② (B) ③④ (C) ①③ (D) ②④

8. 小车拖着穿过打点计时器的纸带做匀加速直线运动. 图 1-1-7 是打出纸带的一段. 已知打点计时器使用的交流电频率为 50 Hz, 利用图中数据可求出小车运动的加速度 $a =$ _____ m/s^2 .

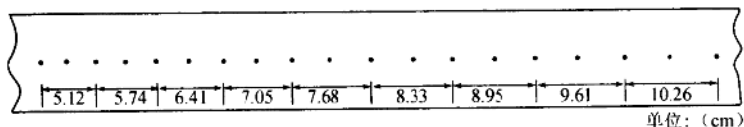


图 1-1-7

9. 一架飞机水平匀速地从一位同学头顶飞过, 当他听到飞机的发动机声从头顶正上方传来时, 发现飞机在他前上方约与地面成 60° 角的方向上, 据此可估算出飞机的速度约为声速的 _____ 倍.
10. 天文观测表明, 几乎所有远处的恒星(或星系)都在以各自的速度背离我们而运动, 离我们越远的星体, 背离我们运动的速度(称为退行速度)越大; 也就是说, 宇宙在膨胀. 不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比, 即 $v = Hr$, 式中 H 为一常量, 称为哈勃常数, 已由天文观察测定. 为解释上述现象, 有人提出一种理论, 认为宇宙是从一个大爆炸的火球开始形成的. 假设大爆炸后各星体以不同的速度向外匀速运动, 并设想我们就位于其中心, 则速度大的星体现在离我们越远. 这一结果与上述天文观测一致.

由上述理论与天文观测结果, 可估算宇宙年龄 T , 其计算式为 _____. 根据观测, 哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} (\text{m/s} \cdot \text{光年})$, 其中光年是光在一年中行进的距离, 由此估算宇宙的年龄约为 _____ 年.

11. 半径为 r 的雨伞在离地高 h 的地方以角速度 ω 在水平面内匀速旋转, 使雨滴从伞边缘甩出, 这些雨滴落在地面上形成一个圆周, 则该圆的面积 $S =$ _____.
12. 如果乘客在地铁列车中所能忍受的最大加速度为 0.8 m/s^2 , 两相邻车站相距 2.88 km. 求地铁列车在此两站间运行的最短时间 $t_{\min}$ 和列车行驶的最大即时速度 $v_{\max}$.

13. 如图 1-1-8 所示, 排球场地宽 $a_1 a_2 = 8 \text{ m}$, 交于 $O_1 O_2$ 处的网高 $h = 2 \text{ m}$, $a_1 a_2$ 和 $b_1 b_2$ 为“3 米线”(即 $a_1 O_1 = O_1 b_1 = 3 \text{ m}$). 一位运动员在 3 米线的边缘点 a_1 竖直跳起扣球, 球恰好落在对方 3 米线上. 设扣球时, 排球水平飞出, 且忽略空气阻力. 问:

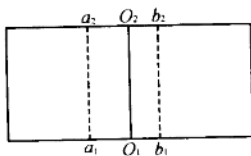


图 1-1-8

- (1) 扣球手跳起扣球时, 手掌离地高度 H_0 至少多高, 球才不擦网?

- (2) 在 H_0 的高度扣球时, 球扣出的初速度 v_0 多大? (g 取 10 m/s^2)

14. 土星外层上有一个环, 为了判断它是土星的一部分还是土星的卫星群, 可以测量环中各层的线速度 v 与该层到土星中心的距离 R 之间的关系来判断, 正确结论是 ()

- (A) 若 $v \propto R$, 则该层是土星的一部分
(B) 若 $v^2 \propto R$, 则该层是土星的卫星群
(C) 若 $v \propto \frac{1}{R}$, 则该层是土星的一部分



(D) 若 $v^2 \propto \frac{1}{R}$, 则该层是土星的卫星群

15. 如图 1-1-9 所示, 直径为 d 的纸质圆筒以角速度 ω 绕轴心 O 匀角速转动. 一颗子弹对准圆筒并沿直径射入圆筒, 若圆筒旋转不到半周, 子弹即穿出圆筒, 在筒上留下 a 、 b 两个弹孔. 测得 $\angle aOb = \theta$, 子弹速度 $v =$ _____.

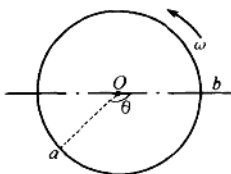


图 1-1-9

16. 在离水平地面高度为 H 处有一个小球 A , 在 A 的右方, 与它的水平距离为 s 处的地面上, 有另一个小球 B , 如图 1-1-10 所示. 今同时将 A 、 B 抛出, A 水平向右速度为 v_A , B 以 v_B 竖直上抛. 问:

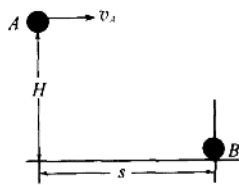


图 1-1-10

- (1) 要使 A 、 B 在空中相遇, v_A 、 v_B 应满足什么条件?
 - (2) 若从抛出到相遇所经历的时间为最长, 则 B 所通过的路程多大?
 - (3) 若要求 B 在上升过程中与 A 相遇, v_B 应满足什么条件? 可能在何处相遇?
17. 在抗洪抢险中, 战士驾驶摩托艇救人. 假设江岸是平直的, 洪水沿江向下游流去, 水流速度为 v_1 , 摩托艇在静水中的航速为 v_2 , 战士救人的地点 A 离岸边最近处 O 的距离为 d . 如果战士想在最短时间内将人送上岸, 则摩托艇登陆的地点离 O 的距离为 ()

(A) $\frac{dv_2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$

(B) 0

(C) $\frac{dv_1}{v_2}$

(D) $\frac{dv_2}{v_1}$

第二章 牛顿运动定律

【热点聚焦】

牛顿运动定律是力学乃至整个物理学的基本规律, 是动力学的基础. 曲线运动是牛顿运动定律的具体应用. 万有引力定律涉及的问题是圆周运动基本规律的演变.

高考要求考生对牛顿定律的有关内容掌握的程度很高, 几乎达到了最高层次.

正确理解并能熟练运用牛顿运动定律分析解决实际问题, 将为掌握力学部分的其他知识以及电磁学部分的相关内容, 以及提高分析问题和解决问题的综合能力, 奠定坚实的基础.

【领悟捷径】

例 1 三段不可伸长的细绳 OA 、 OB 、 OC 能承受的最大拉力相同, 它们共同悬挂一重物, 如图 1-2-1-1 所示, 其中 OB 是水平的, A 端、 B 端固定. 若逐渐增大 C 端所挂物体的质量, 则最先断的绳 ()

(A) 必定是 OA

(B) 必定是 OB

(C) 必定是 OC

(D) 可能是 OB , 也可能是 OC

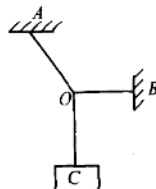


图 1-2-1-1

分析点拨: 本题属于共点力平衡问题, 应对连结点 O 进行受力分析, 如图 1-2-1-2 所示. 连结点 O 受三个拉力 T_A 、 T_B 和 T_C 作用, 处于静止状态. 判断哪条细绳先断, 即判断现在哪条细绳所承担的拉力最大. 在物体质量增大时, 这条细绳最先超过它所能承



受的最大拉力而断裂.

解法一:正交分解法

如图 1-2-1-2 所示建立正交坐标系. 设绳 OA 与竖直方向夹角为 α , 分解 T_A , 则有

$$\text{水平方向: } T_A \sin \alpha - T_B = 0$$

$$\text{竖直方向: } T_A \cos \alpha - T_C = 0$$

$$\text{由上可得 } T_A = \frac{T_B}{\sin \alpha} > T_B$$

$$T_A = \frac{T_C}{\cos \alpha} > T_C$$

故三条绳中, OA 绳所承受的拉力 T_A 最大, 当物体质量增加时, OA 绳拉力最先达到最大值, 因此 OA 绳先断. 正确选项为 (A).

解法二:相似三角形法

因为连结点处于三力平衡, 故根据力的矢量三角形法则, 此三力顺次首尾相连定能构成封闭三角形, 如图 1-2-1-3 所示. 由此力的三角形可知, 直角三角形斜边最长, 即对应力 T_A 最大. 平行移动 OB、OC 与 OA 构成结构装置的三角形 AO'O, 此三角形与力的三角形 $T_A T_B T_C$ 相似. 利用相似三角形对应边成比例关系, 也可得出上述结论.

在此题基础上稍加变化: 保持连结点 O 位置不动, 现将 B 点沿竖直墙面逐渐上移到 B' 点的过程中, OA、OB 两绳的拉力大小如何变化?

解: 利用图解法求解

在图 1-2-1-4 的力的矢量图中, 根据已知条件先确认不变量: T_C 大小、方向均不变, T_A 边的方向不变; 而 T_B 边正在逆时针向上转动, 仍要时时保持三力平衡. 由力的矢量三角形可见, 在 B 点不断上移过程中, OA 边所受拉力 T_A 逐渐减小, OB 边所受拉力 T_B 先变小 (最小值为 $T_{B \cdot \min} = mg \cdot \sin \alpha$, 式中 m 为所悬物体质量, α 为 OA 绳与竖直方向夹角), 然后又变大.

评述说明: 通过此题考生应熟悉求解共点力平衡问题的三种常用方法, 即正交分解法、图解法、相似形法. 其中正交分解法是最基本的方法.

例 2 如图 1-2-2-1 所示, 质量为 $2m$ 的物块 A 与水平地面间的摩擦可忽略不计, 质量为 m 的物块 B 与水平地面间的动摩擦因数为 μ . 在已知水平推力 F 的作用下, AB 一起做加速运动. 求: A 对 B 的作用力 F_{AB} .

分析点拨: 如果单独选择 A 或 B 为研究对象, 由于已知条件不全, 求不出加速度, 自然也就求不出 F_{AB} . 已知在 F 作用下, A、B 一起做加速运动, 这说明两物体具有相同的加速度, 这样就可选两物体组成的系统为研究对象, 根据已知条件先求出加速度, 再隔离 A 或 B 进行研究, 求相互作用力 F_{AB} .

解: 对 A、B 整体作受力分析, 如图 1-2-2-1 所示, 根据牛顿第二定律得:

$$F - f_B = (m_A + m_B) \cdot a$$

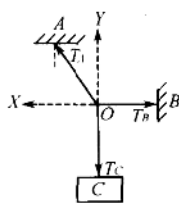


图 1-2-1-2

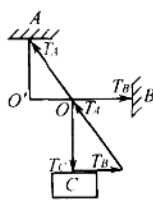


图 1-2-1-3

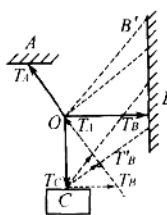


图 1-2-1-4

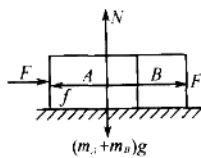


图 1-2-2-1



$$a = \frac{F - f_B}{m_A + m_B} = \frac{F - \mu m_B g}{m_A + m_B} = \frac{F - \mu mg}{3m}$$

再以 B 为研究对象做受力分析,如图 1-2-2-2 所示,根据牛顿第二定律可得:

$$F_{AB} - f_B = m_B a$$

$$F_{AB} = f_B + m a = \mu mg + m \left(\frac{F - \mu mg}{3m} \right) = \frac{1}{3} (F + 2\mu mg)$$

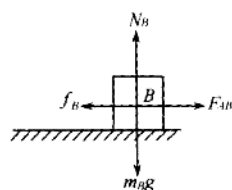


图 1-2-2-2

评述说明:对于连结体问题的处理方法为,如果连结体中的各个物体具有相同的加速度(大小、方向均相同),则可把它们视为一个整体.通过审题选择已知条件较多的物体为研究对象(可以是单个物体,也可以是由几个物体组成的系统),所求力需是研究对象所受的外力;如果要求系统内各个物体之间的相互作用力(这种力称为内力),则必须对受力物体单独隔离进行研究.

在题设条件中常见“各物体一起(共同)运动”、“各物体间无相对滑动”、“各物体保持相对静止”等条件,这就表示各物体具有相同的加速度,可把它们当作一个整体研究.

例 3 如图 1-2-3-1 所示,倾角为 α 的光滑斜面体上有一个小球 m 被平行于斜面的细绳系于斜面上,斜面体放在水平面上.

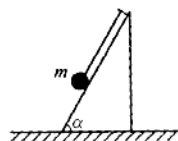


图 1-2-3-1

(1) 要使小球对斜面无压力,求斜面体运动的加速度范围,并说明其方向.

(2) 要使小球对细绳无拉力,求斜面体运动的加速度范围,并说明其方向.

(3) 若已知 $\alpha = 60^\circ$, $m = 2 \text{ kg}$,当斜面体以 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 向右做匀加速运动时,绳对小球拉力多大?

分析点拨:为确定小球对斜面无压力或对细绳无拉力时斜面体的加速度,应先考虑小球对斜面或细绳的弹力刚好为零时的受力情况,再求出相应加速度.取小球、系绳和斜面体这个整体为研究对象,分析整体的受力情况,再确定斜面体的加速度范围.

解:(1) 球对斜面刚好无压力时,细绳与斜面平行,小球只受重力 mg 和细绳拉力 T 的作用,如图 1-2-3-2 所示.正交分解 T ,由牛顿第二定律得

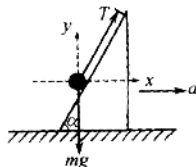


图 1-2-3-2

$$\begin{cases} T \sin \alpha - mg = 0 \\ T \cos \alpha = ma_0 \end{cases}$$

$$\text{解出 } a_0 = g \cdot \cot \alpha$$

所以在斜面向右运动的加速度 $a \geq a_0 = g \cdot \cot \alpha$ 时,小球对斜面均无压力.

(2) 当球对细绳刚好无拉力时,小球只受重力 mg 和斜面支持力 N ,如图 1-2-3-3 所示.正交分解 N 后,可知 N 的竖直分力平衡重力, N 的水平分力使 m 向左加速运动.

$$\begin{cases} N \cdot \cos \alpha = mg \\ N \cdot \sin \alpha = ma_0 \end{cases}$$

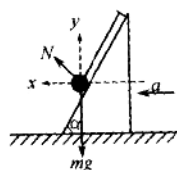


图 1-2-3-3

$$\text{解出 } a_0 = g \cdot \tan \alpha$$

所以在球对细绳无拉力作用时,若要使球与斜面体以相同的加速度运动,



则斜面体必须以 $a = a_0 = g \cdot \tan \alpha$ 向左加速运动;如果斜面体向左运动的加速度 $a > a_0$, 则小球会相对斜面向右上方滑动, 但要注意, 若球能滑到细绳悬点上方, 细绳会对球再次产生拉力作用。

(3) 由(1)问可知, 球对斜面无压力时, $a_0 = g \cdot \cot 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} \times 10 \text{ m/s}^2$, 而题设条件 $a = 10 \text{ m/s}^2 > a_0$, 因此, 这时小球对斜面无压力, 且球飞离斜面, 如图 1-2-3-4 所示。将细绳拉力 T 正交分解得

$$\begin{cases} T \sin \theta - mg = 0 \\ T \cos \theta = ma \end{cases}$$

解出小球所受细绳对小球拉力 $T = \sqrt{2} mg = 20\sqrt{2} \text{ N}$, 拉力方向与水平方向夹角 $\theta = 45^\circ$ 。

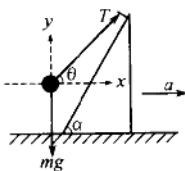
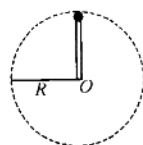


图 1-2-3-4

评述说明: 求解满足题意要求的解的范围这一类试题, 考生普遍感到棘手。对待这类问题可采用极限分析法, 即把问题的物理过程推向极限, 分析在极限情况下可能出现的状态以及相应的条件, 运用牛顿定律列出在极限情况下的方程, 求出极值, 再根据题设条件得出解的范围。这样做, 思路清晰, 不易丢解, 可使问题得到较为简单的处理。

例 4 如图 1-2-4-1 所示, 一根轻杆一端固定一个质量为 m 的小球, 以另一端 O 为圆心, 使小球做半径为 R 的竖直平面圆周运动, 以下说法中正确的是 ()



(A) 小球过最高点时, 杆所受弹力可以等于零

(B) 小球过最高点时, 速度至少为 $\sqrt{gR}$

(C) 小球过最高点时, 杆对球的作用力可以方向竖直向上, 但此力大小一定小于重力

(D) 小球过最低点时, 杆对球的作用力可能等于 $4mg$

分析点拨: 杆对球的弹力可以是向内的拉力也可以是向外的推力, 小球做圆周运动的向心力由重力和杆对球的弹力的合力提供。小球过最高点时的向心力最小速度对应最小向心力。小球做圆周运动时, 只有重力做功。因此机械能守恒。小球以最小速度过最高点时, 也将以另一数值的最小速度过最低点, 此时也将对应着过最低点时的最小向心力。

解: 因为杆对球有支承作用, 所以小球过最高点的最小速度可以接近于零, 即此时小球做圆周运动所需的向心力为零, 也即小球的重力与杆的支承力 N 处于“即时平衡”状态。

假设小球过最高点时, 线速度为 v , 则根据牛顿第二定律应有

$$(\sum F)_c = mg - N = m \frac{v^2}{R} \quad ①$$

式中杆对球的弹力 N 以向上为正, 向下为负。

当 $v = \sqrt{gR}$ 时, $N = 0$;

当 $0 < v < \sqrt{gR}$ 时, $0 < N < mg$, 即 N 为向上(向外)的推力;

当 $v > \sqrt{gR}$ 时, $N < 0$, 即 N 为向下(向内)的拉力;

当球过最高点速度为零时, 根据机械能守恒定律, 小球过最低点速度应有

$$v_{\text{低} \cdot \text{min}} = \sqrt{4gR} \quad ②$$

此时根据牛顿第二定律有

$$N - mg = m \frac{v_{\text{低} \cdot \text{min}}^2}{R}$$



$$N_{\text{低} \cdot \text{min}} = 5mg$$

故本题正确选项为(A)、(C)。

评述说明: 1. 圆周运动可分为匀速率圆周运动与非匀速率圆周运动两种: 匀速率圆周运动的物体所受的合外力只有法向(即半径方向)分力效果, 切向分力的合力为零, 此法向分力的合力提供向心力产生向心加速度, 物体在运动过程中线速度大小不变, 方向时刻变化; 非匀速率圆周运动, 合外力既有法向分力效果, 又有切向分力效果, 因此线速度不仅方向发生变化, 大小也时刻变化. 但无论何种圆周运动, 其法向方程总是 $(\Sigma F)_{\text{心}} = m \frac{v^2}{R}$.

2. 对于竖直平面圆运动来说, 通常将物理情景设置为临界状态, 列方程解出临界值. 对于用细绳所拴物体(或物体在竖直光滑圆环的内侧)做竖直平面圆运动, 物体过最高点的最小值对应于重力提供全部向心力的情况, 此时的线速度即为临界速度 v_0 :

$$(\Sigma F)_{\text{心}} = mg = m \frac{v_0^2}{R}$$

得

$$v_0 = \sqrt{gR}$$

此式表示小球以临界速度 v_0 过最高点时, 系绳拉力恰为零; 如小球过最高点速度大于 v_0 , 则系绳必须向下(向内)拉; 当小球速度达不到 v_0 , 则小球不可能到最高点, 它在未到最高点时就脱离圆轨道做抛体运动了.

例 5 一根长为 $L = 2 \text{ m}$ 、质量为 $M = 2 \text{ kg}$ 的木条静止在光滑水平面上, 在其左端有一个木块质量为 $m = 1 \text{ kg}$ (可视为质点), m 与 M 之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$. 现用水平恒力 $F = 10 \text{ N}$ 作用于 m , 使 m 向右加速起动, 如图 1-2-5-1 所示. 为使 m 从 M 上滑落, F 作用的时间至少应多大? (g 取 10 m/s^2)

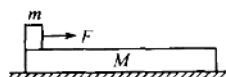


图 1-2-5-1

分析点拨: m 和 M 受力分析如图 1-2-5-2 所示, $a_m > a_M$, m 、 M 对地位移分别为 s_m 和 s_M , 由图可知 $s_m = s_M + L$. 当 m 从 M 右端滑落时, 应有 $v_m \geq v_M$.

解:

$$a_m = \frac{F - f}{m} = \frac{F - \mu mg}{m} = 6(\text{m/s}^2)$$

$$a_M = \frac{f}{M} = \frac{\mu mg}{M} = 2(\text{m/s}^2)$$

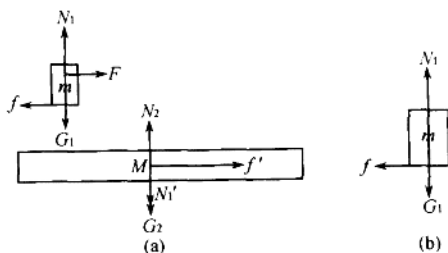


图 1-2-5-2

设 F 作用的最短时间为 $t_{\text{min}} = t_1$, 则 m 在 t_1 时段内加速前进, t_1 时段后(即撤去 F 后) m 在 M 上滑行是减速前进, 设减速时段为 t_2 , 其减速过程的加速度为 $a'_m = -\frac{f}{m} = -\mu g = -4(\text{m/s}^2)$.

m 、 M 的位移和末速度分别为

$$s_m = \frac{1}{2} a_m t_1^2 + \left(a_m t_1 t_2 + \frac{1}{2} a'_m t_2^2 \right)$$

$$s_M = \frac{1}{2} a_M (t_1 + t_2)^2$$

$$v_m = a_m t_1 + a'_m t_2$$

$$v_M = a_M (t_1 + t_2)$$