



● 总主编 单成林 张学志 ● 本册主编 张青

2004年
高考第二轮复习用

主体 探究学习 方略



更新理念

创新模式

学生为本

自主探究

胸有方略

胜券在握



物理

(教师用书)

山东教育出版社



帮助高三师生切实提高第二轮复习教学的针对性和实效性,这是本书所要达到的目标.全体编者以新的教育教学理念作指导,深入研究高考命题导向,认真总结教学的成功经验,精心设计,精心运作,创造了第二轮复习用书的新体例,为教学实践提供了新思路、新模式.

第一,重新构建知识体系.各分册都打破教材的章节界限,根据知识的纵横联系进行梳理整合、延伸拓展,增加新的知识链条,重构新的知识体系,进行专题教学,以便增强学生对知识把握的系统性、综合性和整体性,为学生提取、迁移和灵活应用知识奠定坚实的基础.

第二,注重学习方法指导.本书不仅通过对典型例题的分析,指导学生掌握解题的具体方法技巧,而且对分析和解决问题的通则通法进行系统整理,不仅指导学生掌握学科的特有方法,而且指导学生掌握各科共有的一般方法.目的是不仅让学生学会,而且让学生会学.

第三,注重思维能力的培养.各分册都采用多种形式,给学生留有自主学习空间,尽量增加习题的思维含量,提高思维的层次,以便有效地培养学生的思维品质,提高学生的思维能力.

第四,合理配置教学的能力目标.本书所设置的栏目都有明确的功能定位,并覆盖高考的全部能力要求,且由低层次能力向高层次能力逐级提升;在兼顾低、中、高三个层次能力培养的前提下,侧重培养中、高层次能力,特别注重培养学生的创新能力和实践能力.

第五,注重提高练习的实效.本书的练习不仅采用套题形式,而且穿插于各个栏目之中,把知识复习、方法指导和例题演练有机结合起来,从而增强了练习的针对性和自觉性.成套练习既有快速跟进的随堂训练,也有采用考试方式的正规训练;既有针对综合能力测试的试卷,也有针对单科考试的试卷,从而增强了训练的灵活性、规范性和普适性.

第六,为师生互动搭建平台.本书所有分册都印制成学生用书和教师用书,既给学生发挥主体作用留下空间,又给教师发挥引领作用留有余地.使用本书必须转变教学观念,改革教学方式.

由于水平和时间所限,难免错误和疏漏,恳请读者批评指正.

编者

2003年9月

《主体探究学习方略》

编写委员会

主 任 李广春

副 主 任 石胜明 张学志 单成林

委 员 (按姓氏笔画排序)

马利杰	王立华	王汝序	王来旭	石胜明
仲宇尧	刘宝之	李广春	张 青	张学志
李宪臣	杭长庆	单成林	周建军	季 涛
郭金靖	徐思新	徐 勇	翟远杰	

总 主 编 单成林 张学志

本册主编 张 青

副 主 编 王新国 孔令军

编 者 王新国 孔令军 任纯玉 张 青
张晓强 张 华 周新成 楚良伟



本书分为“模块与专题”和“高考模拟训练”两大部分.第一部分设Ⅰ力学、Ⅱ电学、Ⅲ热学、光学、原子物理、Ⅳ实验、Ⅴ综合五个模块,每一模块设置3~5个专题,每一专题又设置“知识重构”“灵活应用”“探究创新”“跟踪精练”“真题检验”五个栏目.

“知识重构”栏目采用填空形式,引导学生自主学习教学大纲规定的主要概念、规律和方法.“灵活应用”栏目通过对典型例题的分析,指导学生灵活运用相关知识分析和解决实际问题的方法和技巧.“跟踪精练”栏目所选习题具有代表性、启发性,利于培养学生的创造性.“真题检验”栏目旨在用高考试题检测学习效果.

“探究创新”栏目是本书的精彩之笔,着重培养学生在陌生的物理情景和开放的设问面前迅速作出反应和准确判断、创造性地解决问题的能力.从而使学生的物理悟性得以展示.

“综合”模块是本书的又一个闪光点.新旧教材的一个显著区别在于新教材重视物理方法的介绍.“综合”模块中的“科学抽象和物理建模”则是物理研究的两个重要方法.对分析、认识、解答物理问题具有极其重要的作用.突出物理方法的探索是本书区别于其他复习资料的一个显著特点.

编 者

2003年9月



模块 I 力学	(1)
专题一 质点的运动	(1)
专题二 牛顿运动定律	(8)
专题三 动量 机械能	(14)
专题四 动量和能量的综合应用	(21)
专题五 振动和波	(27)
能力测评	(35)
模块 II 电学	(41)
专题一 电场和磁场的基本性质	(41)
专题二 带电粒子在电场、磁场中的运动	(47)
专题三 直流电路和交流电路	(56)
专题四 电磁感应 电磁场和电磁波	(63)
能力测评	(74)
模块 III 热学 光学 原子物理	(81)
专题一 分子动理论 热力学定律	(81)
专题二 光的反射和折射	(85)
专题三 近代物理初步	(91)
能力测评	(96)
模块 IV 实验	(102)
专题一 实验基础知识和基本技能	(102)
专题二 典型学生实验分析	(109)
专题三 设计性实验	(122)
能力测评	(129)
模块 V 综合	(135)
专题一 谈科学抽象和物理建模	(135)
专题二 物理解题中的数学方法	(141)
专题三 学科内综合问题分析	(151)
能力测评	(162)
高考模拟训练	(168)
模拟训练一	(168)
模拟训练二	(175)
模拟训练三	(182)

专题一 质点的运动

知识建构

1. 主要的运动:

(1) 匀速直线运动;

(2) 匀变速直线运动——典型运动

自由落体运动

竖直上(下)抛运动;

(3) 匀变速曲线运动——典型运动: 平抛运动;

(4) 变加速曲线运动——典型运动: 匀速圆周运动.

2. 主要概念:(请同学们回顾概念的定义和意义)

(1) 质点;

(2) 位移;

(3) 速度 $\begin{cases} \text{平均速度} \\ \text{瞬时速度} \end{cases}$

(4) 加速度——特例: 向心加速度;

(5) 角速度.

3. 主要规律:(请同学们填写完成)

(1) 匀速直线运动

公式: $a = \underline{\quad 0 \quad}$; $v = \underline{\quad s/t \quad}$;

$s = \underline{\quad vt \quad}$.

图象:

(2) 匀变速直线运动

公式: $a = \underline{(v_t - v_0)/t}$; $v_t = \underline{v_0 + at}$;

$s = \underline{v_0 t + at^2/2}$; $v_t^2 = \underline{v_0^2 + 2as}$; $\bar{v} = \underline{v_t + v_0/2}$.

图象:

(3) 平抛运动

水平方向: $v_x = \underline{v_0}$; $s_x = \underline{v_0 t}$.

竖直方向: $v_y = \underline{gt}$; $s_y = \underline{gt^2/2}$.

合速度: $v = \underline{\sqrt{v_x^2 + v_y^2}}$; 合速度与水

平方向的夹角 θ : $\tan \theta = \underline{gt/v_0}$;

合位移: $s = \underline{\sqrt{s_x^2 + s_y^2}}$.

(4) 匀速圆周运动

角速度与周期、频率的关系: $\omega = \underline{2\pi/T} =$

$\underline{2\pi f}$; 角速度与线速度的关系: $\omega = \underline{v/r}$;

向心加速度 $a = \underline{\omega^2 r = v^2/r}$.

4. 主要方法:

(1) 运动的合成和分解——等效方法: 将复杂的运动(事物、问题)等效分解为可得以求解的较简单运动的思想方法.

(2) 图象法: 运用图象可以直观地表示物体的位移、速度随时间变化的规律. 利用图象的斜率、截距或面积可以方便地求解一些问题.

(3) 比例法解题: 由匀变速直线运动公式的推论, 如初速度为零的匀变速运动, 在连续相等的时间内发生的位移 $s_1:s_2:s_3:\dots:s_n = 1:3:5:\dots:(2n-1)$ 等, 可直接建立比例式求解.

灵活应用

一、匀速直线运动公式的应用

例1 一架飞机水平匀速地在某同学头顶飞过, 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, 据此可估算出此飞机的速度约为声速的 $\underline{\quad\quad}$ 倍.

分析: 声波在介质中是匀速传播的. 该同学听到的声音是飞机在头顶正上方时发出的, 声音传至同学耳中时, 飞机又已向前飞行一段距离. 由时间相同和几何关系可求得二速度之比.

解答: 设飞机飞行高度为 H , 如图 1-1-1 所示, 声波由头顶正上方传至耳中时, 飞机又飞行距离 $s/H = \cot 60^\circ =$

$\underline{\frac{\sqrt{3}}{3}}$. 设所历时间为 t , 则飞机的速度 $v_1 H$

与声速 v_2 之比 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{s/t}{H/t} = \underline{\frac{\sqrt{3}}{3}}$

即飞机的速度是声速的 $\underline{\sqrt{3}/3}$ 倍.

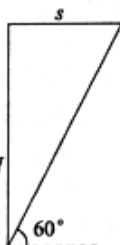


图 1-1-1

小结 匀速直线运动的公式很简单,但物理解题不是套套公式就行的,要注重对题意的正确理解,对物理情景和过程的分析.

二、_____的应用(解完例2后请同学自己填写名称)

例2 汽车甲以恒定功率从静止加速启动,汽车乙以恒定牵引力从静止匀加速启动,经时间 t 速度相同,比较二者在时间 t 内的平均速度,可知 ()

- A. 甲车大
- B. 乙车大
- C. 两车一样大
- D. 没有具体数据,无法比较

解析: 汽车甲以恒定功率启动时,由 $F = P/v$ 知,随汽车速度的逐渐增大,牵引力逐渐减小,加速度逐渐减小,汽车甲做变加速运动.由题给条件难以确立甲车平均速度与时间的函数式.

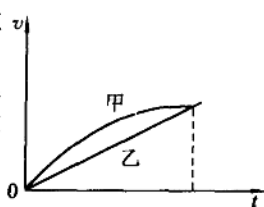


图 1-1-2

由图象做定性分析,如图 1-1-2 所示,甲车的 $v-t$ 图线必为上凸图线——图线的斜率越来越小,即加速度越来越小;乙车的 $v-t$ 图线为直线.由图线可直观的比较得出,在时间 t 内甲车的平均速度大于乙车的平均速度.正确选项为 A.

小结 (1) 要学会分析物理过程.本题中对甲车运动的分析,要明确分析的依据,要搞清楚各物理量之间的依赖和制约关系,从而分析得出此过程中甲车的加速度是怎样变化的.

(2) 分别用“公式法”和“图象法”分析该题时,会有“山穷水尽”与“柳暗花明”的真切感受.“图象法”不仅仅是直观形象,而且可以解决一些用公式计算无法求解的问题,尤其是复杂的非线性问题(本题中甲车的速度变化即为非线性).能否灵活地选用解题方法是综合素质的体现.

三、追及与相遇问题

例3 在一条平直的公路上,乙车以 10 m/s 的速度匀速行驶,甲车在乙车的后面作初速度为 15 m/s ,加速度大小为 0.5 m/s^2 的匀减速运动.则两车初始距离 l 满足什么条件时可以使:(1) 两车不相遇;(2) 两车只相遇一

次;(3) 两车能相遇两次(设两车相遇时互不影响各自的运动).

分析: 起初, $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$, 经相等的时间 t , $s_{\text{甲}} = v_{\text{甲}} t > s_{\text{乙}} = v_{\text{乙}} t$, 两车间距逐渐减小.一旦甲车速度减小到 $v_{\text{甲}} < v_{\text{乙}}$, 则经相同的时间 t' , $s_{\text{甲}} = v_{\text{甲}} t' < s_{\text{乙}} = v_{\text{乙}} t'$, 若此时甲车仍在乙车后面,则两车间距又在继续增大.可见,两车速度相等时,间距最小.所以当两车速度相等时,甲车不能追及乙车,则永远不会追及;当两车速度相等时恰追及,则两车只相遇一次,以后因 $v_{\text{乙}} > v_{\text{甲}}$ 而又逐渐离开;若甲车追及乙车时 $v_{\text{甲}} > v_{\text{乙}}$, 则相遇后甲车运动至乙车前面,且在两车等速时甲车超前乙车距离最远,以后 $v_{\text{乙}}$ 又大于 $v_{\text{甲}}$, 两车间距又在减小,直至乙车追及甲车,再次相遇后乙车又运动至甲车前面且间距再次逐渐增大.

解答: 设两车速度相等经历的时间为 t , 则甲车恰能追及乙车时, 应有:

$$v_{\text{甲}} t - \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 = v_{\text{乙}} t + l$$

$$\text{其中: } t = \frac{v_{\text{甲}} - v_{\text{乙}}}{a_{\text{甲}}}$$

$$\text{解得: } l = 25 \text{ m.}$$

若 $l > 25 \text{ m}$, 则两车等速时也未追及,以后间距会逐渐增大.

若 $l = 25 \text{ m}$, 则两车等速时恰追及,两车只相遇一次,以后间距会逐渐增大.

若 $l < 25 \text{ m}$, 则两车等速时,甲车已运动至乙车前面,以后还能再次相遇,即能相遇两次.

另解: 设经时间 t 两车相遇, 则有:

$$v_{\text{甲}} t - \frac{1}{2} a_{\text{甲}} t^2 = v_{\text{乙}} t + l$$

解得:

$$t = \frac{2(v_{\text{甲}} - v_{\text{乙}}) \pm \sqrt{4(v_{\text{甲}} - v_{\text{乙}})^2 - 8a_{\text{甲}}l}}{2a_{\text{甲}}} \\ \approx 10 \pm \sqrt{100 - 4l}.$$

可见, 当 $100 - 4l < 0$, 即 $l > 25 \text{ m}$ 时, t 无实数解, 即两车不会相遇.

当 $100 - 4l = 0$, 即 $l = 25 \text{ m}$ 时, t 有一解, 说明两车能相遇一次.

当 $100 - 4l > 0$, 即当 $l < 25 \text{ m}$ 时, t 有两解, 说明两车可相遇两次.

小结 (1) 运动物体追及或相遇时, 两物体同时到达空间同一位置, 故其位移必存在确定的数量关系, 所以处理此类问题的基本方程就是位移关系方程. 另外, 此类问题中两物体速度相等常是能追得上、追不上、是否相遇或两物体间距最大或最小的临界条件. 处理此类

问题,应抓住该临界条件,以建立清晰的运动图景.

(2) 本题“解答”紧扣物理情景的分析,从物理角度给出了本题的三种情况的解答,“另解”则应用数学方法,简单明了地从数学角度对题目要求的三种情况进行了讨论.可以说,两种方法互相补充,相得益彰.但无论哪种方法,基本方程的建立,都离不开对物理过程及情景的分析.

四、运动的合成与分解

例4 质量均为 m 的滑块放在光滑的水平面上,用一根通过一光滑定滑轮的细轻绳相连,最初 A 、 B 均处静止状态,细绳恰不松弛.对 B 施一水平力 F 后, A 、 B 均从静止开始运动.当运动至图 1-1-3 所示位置时, B 的速度为 v_0 ,求 F 做的功.

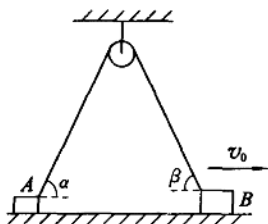


图 1-1-3

分析: 由于物体初始位置不详,力的大小未知,无法直接用功的公式求解.从功能关系可知, F 做的功等于系统动能的增量,即 A 、 B 所获动能之和. B 的速度已知,动能可求, A 的速度应用运动合成和分解知识也可求出;对 B 按运动的实际效果, v_0 可分解为平行于绳的速度 $v_{//}$ 和垂直于绳的速度 $v_{\perp}$;同样对 A 可将 A 的速度分解为平行绳的速度 $v'_{//}$ 和垂直于绳的速度 $v'_{\perp}$.由于绳子是不能伸长的, A 、 B 平行于绳子方向速度大小应相等,据此可求出 A 的速度而使问题得以解决.

解答: 按运动的实际效果将 A 、 B 的速度分解如图 1-1-4 所示,则有 $v'_{//} = v_A \cos \alpha = v_{//} = v_0 \cos \beta$, 所以 $v_A = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} v_0$.

$$\text{由功能关系得 } W_F = \frac{1}{2} m v_A^2 + \frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}{2 \cos^2 \alpha} m v_0^2.$$

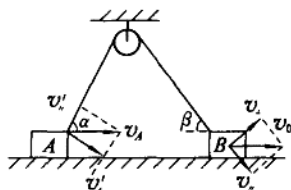


图 1-1-4

小结 根据运动的实际效果正确进行速度分解,是解此类问题的关键.由于绳子不能伸长,各物体沿绳子方向(有时可能为轻杆,道理相同)速度分量相等,这是联系物体速度大小关系的桥梁.

五、圆周运动问题的处理

例5 如图 1-1-5 所示,一个内壁光滑的圆锥的轴线垂直于水平面,圆锥固定不动,两个质量相同的小球 A 、 B ,紧贴着内壁分别在图中所示的水平面内做匀速圆周运动,则

()

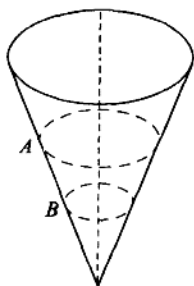


图 1-1-5

- A. 球 A 的线速度必大于球 B 的线速度
- B. 球 A 的角速度必小于球 B 的角速度
- C. 球 A 的运动周期必小于球 B 的运动周期
- D. 球 A 对筒壁的压力必大于球 B 对筒壁的压力

解析: 球只受重力和锥面弹力作用,球在水平面内做匀速圆周运动,故其合力即为做圆周运动的向心力,方向在水平方向.设球的质量为 m ,圆锥顶角为 2θ ,则 $F_n = F_{\hat{c}} = mg \cot \theta$.可见两球向心力大小相等,向心加速度大小相等.由 $a = \frac{v^2}{r}$ 和 $a = r \omega^2 = r \frac{4\pi^2}{T^2}$ 知,半径 r 大者,线速度大,角速度小,周期大.

又球在竖直方向为平衡状态,合外力为零,故 $F_N = mg / \sin \theta$,可知锥面对两球的弹力大小相等,两球对锥面的压力大小相等.

综上所述,可知 AB 正确.

小结 处理圆周运动问题,确定其轨道平面和圆心位置至关重要,这是合成向心力的依据.对该题,分析得出两球向心力相等是解决问题的关键.

六、人造地球卫星的运动

例 6 宇宙天体的运行

轨道和人造卫星的运行轨道一般多为椭圆轨道,只有特殊要求的卫星轨道(如地球同步卫星)才是圆形轨道.若人造地球卫星的某 3 个轨道如图 1-1-6

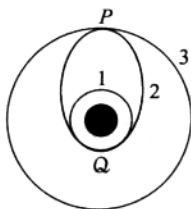


图 1-1-6

所示,其 1、3 为圆形轨道,2 为椭圆轨,1、2 轨道相切于 Q 点,2、3 轨道相切于 P 点.试讨论同一卫星分别沿 1、2 轨道运动至 Q 点时的速度关系,分别沿 2、3 轨道运动至 P 点的加速度关系.

解析:卫星绕地球做匀速圆周运动时,所受万有引力恰好等于卫星需要的向心力,卫星在椭圆轨道上运动时,则不满足上述关系.如卫星分别沿 1、2 轨道运行至 Q 点时,所受万有引力是相同的.当卫星沿轨道 1 运动至 Q 点时,其速度 v_1 ,到地心的距离 r_1 和

所受万有引力 F 满足关系: $F = m \frac{v_1^2}{r_1}$.当卫星沿轨道 2 运动至 Q 点时,因 Q 为其轨道的近地点,过 Q 点后将逐渐远离地球而向远地点 P 运动,即从 Q 点开始做离心运动.这说明卫星若以沿轨道 2 运动至 Q 点的速度 v_2 作半径为 r_1 的圆周运动时所需要的向心力 $F_2 = m \frac{v_2^2}{r_1}$ 大于此时所受到的万有引力 F ,即 $m \frac{v_2^2}{r_1} > F$,所以 $v_2 > v_1$.

卫星分别沿 2、3 轨道运动至 P 点时,其所受合外力即地球的万有引力,完全相同,故加速度相同.

小结 卫星沿圆轨道和椭圆轨道运动时,其所受万有引力与其速度、卫星与地心的距离遵守不同的数量关系,一定要注意它们的区别.

探究:(1) 卫星分别沿 2、3 轨道运动至 P 点时速度关系如何? 卫星分别沿 1、3 轨道运动的速度大小关系如何? 与本题讨论结果是否矛盾? 为什么?

(2) 若讨论卫星分别沿 2、3 轨道运动至

P 点时,向心加速度大小关系,结果又如何?

跟踪精练

1. 一个质点沿直线运动,在第 1 s 内,第 2 s 内,第 3 s 内和第 4 s 内的位移分别是 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 对该质点的运动,下列说法正确的是 ()

- A. 该质点一定做匀加速直线运动,因为在相同的时间间隔内位移的差值相等
- B. 若该质点做匀加速直线运动,则它的初速度一定不为零
- C. 该质点可能做初速度为零的匀加速直线运动
- D. 若该质点初速度不为零,则它一定做匀加速直线运动

简析:题目中只给出了连续的几个 1 s 内的位移大小,但在各秒内的运动情况是不确定的.可以有多种可能的运动情况,由此可知 A、D 错误.若质点做初速度为零的匀加速直线运动,则不仅连续相等的时间间隔内的位移差相等,且连续相等的时间间隔内的位移之比等于连续的奇数之比.所以 C 也是错误的.正确的只有 B.

答案:B.

2. 小球 1 和 2 分别以相等的初速度沿光滑的圆形轨道内侧从圆轨道水平直径的 A 端同时开始运动如图 1-1-7 所示,设小球在整个运动过程中均不会脱离圆轨道,则关于两小球到达水平直径另一端 B 的时间先后,下列说法正确的是 ()

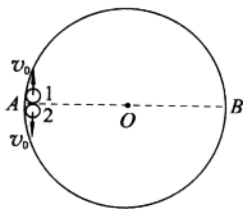


图 1-1-7

- A. 球 1 先到达 B 点
- B. 球 2 先到达 B 点
- C. 两球同时到达 B 点
- D. 无法确定哪一小球先到达 B 点

简析:小球运动过程中机械能守恒,所以到达 B 点时两球速度大小相等,但球 1 先减速后加速,球 2

先加速后减速,其 $v-t$ 图象大致如图 1-1-8 所示.由于两球到达 B 点通过的路程(即 $v-t$ 图线下的“面积”)相等,所以由图可知球 2 先到达 B 点,即 B 对.

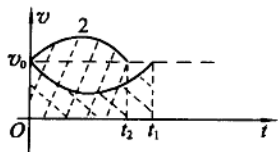


图 1-1-8

答案:B.

3. 带电粒子处于叠加的匀强磁场和匀强电场中,则 ()

- A. 若带电粒子初速度为零,则它一定做匀变速直线运动
- B. 若带电粒子初速度为零,则它可能做曲线运动
- C. 若带电粒子初速度不为零,则它可能做匀速直线运动
- D. 若带电粒子初速度不为零,则它可能做匀变速直线运动

简析:因电场、磁场的具体方向未明确,所以可能有多种叠加情况,所以带电粒子的运动情况就有多种可能.若电场方向和磁场方向不平行时,无论带电粒子初速度是否为零,都要受到电场力而加速运动,从而都要受到洛伦兹力作用,当洛伦兹力不能和电场力平衡时,必做曲线运动,当洛伦兹力和电场力平衡时,可做匀速直线运动.当电场方向和磁场方向平行时,若带电粒子静止或具有平行于电场方向的初速度,则带电粒子只受电场力而沿电场和磁场平行的方向做匀变速直线运动.

综上所述可知,BCD 正确.

答案:BCD.

4. 一带负电的小球在真空中水平抛出,水平方向的匀强磁场垂直于小球运动轨迹所在平面如图 1-1-9 所示.若小球能落地,则

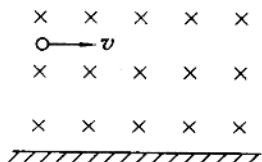


图 1-1-9

- A. 落地时,速度方向可能竖直向下
- B. 小球水平方向动量守恒
- C. 小球在运动过程中机械能守恒
- D. 小球动量大小保持不变

简析:小球射入磁场后,在重力和洛伦兹力作用下将向右下方偏转,所受洛伦兹力具有水平向左的分量,其水平方向的冲量使小球水平方向动量减小,小球落地时,水平方向速度可能为零,即速度方向竖直向下.

小球运动过程中只有重力做功,洛伦兹力不做功,故小球机械能守恒.重力对小球做正功使小球动能增大,动量大小也增大.

综上所述可知,AC 正确.

答案:AC.

5. 三颗人造地球卫星

A、B、C 绕地球做匀速圆周运动,如图 1-1-10 所示.已知 $m_A = m_B < m_C$,则三颗卫星

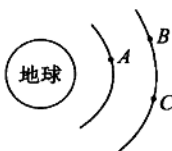


图 1-1-10

A. 线速度关系为:

$$v_A > v_B = v_C$$

B. 周期关系为: $T_A < T_B = T_C$

C. 向心力大小关系为: $F_A = F_B < F_C$

D. 半径与周期的关系为:

$$\frac{R_A^3}{T_A^2} = \frac{R_B^3}{T_B^2} = \frac{R_C^3}{T_C^2}$$

简析:由 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ 得: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$. 可见,人造地球卫星的线速度和周期仅由轨道半径决定,所以 A、B 均正确.

由 $G \frac{Mm}{r^2} = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ 得: $\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{恒量}$, 所以 $\frac{R_A^3}{T_A^2} = \frac{R_B^3}{T_B^2} = \frac{R_C^3}{T_C^2}$, 即 D 也对.

由于卫星绕地球运动的向心力等于所受的万有引力,由万有引力定律知,应有 $F_A > F_B < F_C$, 可见 C 错.

综上所述,可知 ABD 对.

答案:ABD.

6. 一物体初速度为零,先以大小为 a_1 的加速度做匀加速运动,后以大小为 a_2 的加速度做匀减速运动直到静止.整个过程中物体的位移为 s ,则该物体在此直线运动过程中最大

速度为_____

简析:物体匀加速运动的末速度等于匀减速运动的初速度,由匀变速直线运动的平均速度公式 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$,知,前后两段位移上物体的平均速度相等,都等于 $\frac{v}{2}$.设物体的最大速度为 v ,匀加速和匀减速运动过程的时间分别是 t_1, t_2 ,则由题意: $\frac{v}{2} \cdot t_1 + \frac{v}{2} \cdot t_2 = s$ ①,而对于加速过程, $v = a_1 t_1$ ②,对于减速过程, $v = a_2 t_2$ ③,由②、③整理出 t_1, t_2 代入①式中得, $\frac{v}{2} \left(\frac{v}{a_1} + \frac{v}{a_2} \right) = s$ 故 $v = \sqrt{\frac{2a_1 a_2 s}{a_1 + a_2}}$.

答案: $\sqrt{\frac{2a_1 a_2 s}{a_1 + a_2}}$.

7. 如图 1-1-11 所示,在真空中同时存在着相互正交的匀强电场和匀强磁场,且电场方向竖直向下,有甲、乙两个带电颗粒,甲带负电,电量为 q_1 ,恰好静止于 A 点,乙也带负电,电量为 q_2 ,正好在过 A 点的竖直平面内做半径为 r 的匀速圆周运动,运动中乙与甲发生碰撞并粘在一起,则碰撞后它们能否做圆周运动? 答_____,若能,其轨道半径为_____,若不能,请回答理由,答案_____.

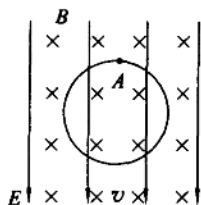


图 1-1-11

简析:碰撞前,甲静止,重力和电场力平衡,乙做匀速圆周运动,重力和电场力的合力必须为零,(否则乙颗粒受的合力不可能时时指向圆心),使乙做圆周运动的向心力就是洛伦兹力.乙与甲发生碰撞粘在一起后,重力和电场力仍等值反向,在洛伦兹力作用下仍做匀速圆周运动.先选乙为研究对象,设其运动速度为 v ,根据牛顿第二定律有 $q_2 v B = m_2 v^2 / r$,甲、乙碰撞动量守恒 $m_2 v = (m_1 + m_2) v'$ 式中 v' 表示甲、乙粘在一起后的共同速度,再选甲、乙粘在一起后的系统为研究对象,根据牛顿第二定律有 $(q_1 + q_2) v' B = (m_1 + m_2) v'^2 / r'$.解得二者粘在一起后做匀速圆周运动的轨道半径为 $r' = q_1 r / (q_1 + q_2)$.

答案:能 $\frac{q_1}{q_1 + q_2} r$.

8. 在电视《动物世界》里,可以看到猎豹捕杀羚羊的情景.设羚羊从静止开始奔跑经过 50 m 的距离能加速到最大速度为 25 m/s,并能维持一段较长的时间,猎豹从静止开始奔跑,经过 60 m 的距离能加速到最大速度为 30 m/s,以后只能维持这个速度 4.0 s,设猎豹距离羚羊 x m 时开始攻击,羚羊却在猎豹开始攻击后 1.0 s 才开始奔跑,假定羚羊和猎豹在加速阶段分别做匀加速运动,且均沿同一直线奔跑,求:

(1) 猎豹要以最大速度追到羚羊, x 应在什么范围内取值?

(2) 猎豹在其加速阶段追到羚羊, x 应在什么范围内取值?

简析:羚羊的加速度 $a_1 = \frac{25^2}{2 \times 50} = 6.25 \text{ (m/s}^2\text{)}$,加速运动时间 $t_1 = \frac{25}{6.25} \text{ s} = 4 \text{ s}$;猎豹的加速度 $a_2 = \frac{30^2}{2 \times 60} = 7.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$,加速时间 $t_2 = \frac{30}{7.5} \text{ s} = 4 \text{ s}$.

设猎豹在刚达到最大速度时追到羚羊,它们开始的间距为 x_1 ,则: $60 = x_1 + \frac{1}{2} a_1 \times (4 - 1)^2$

设猎豹达最大速度后 4 s 时追到羚羊,它们开始的间距为 x_2 ,则: $60 + 30 \times 4 = x_2 + 50 + 25 \times (4 - 1)$

解得: $x_1 = 31.875 \text{ m}$, $x_2 = 55 \text{ m}$.

所以,猎豹要以最大速度追到羚羊时,它们最初间距 x 的范围为: $31.875 \text{ m} \leq x \leq 55 \text{ m}$;猎豹要在加速阶段追到羚羊时,它们最初间距 x 的范围是: $0 < x < 31.875 \text{ m}$.

答案:(1) $31.875 \text{ m} \leq x \leq 55 \text{ m}$;

(2) $0 < x < 31.875 \text{ m}$.

9. 如图 1-1-12 所示,ABC 是光滑半圆形轨道,轨道直径 AOC 沿竖直方向,长为 0.8 m.今有一质量为 m 的小球自 A 点以初速度 v 水平射入轨道内,求:

(1) 小球能沿轨道内表面运动时,水平速度的最小值.

图 1-1-12

(2) 若小球水平速度小于(1)中的值,小球有无可能经过 B 点?若能,求出初速度满足的条件;若不能,说明理由.(g 取 10 m/s^2)

简析:(1) 小球能沿圆轨道运动的最小初速度 v_0

应满足 $mg = m \frac{v_0^2}{R}$, 所以 $v_0 = \sqrt{Rg} = \sqrt{\frac{0.8}{2} \times 10} = 2 \text{ (m/s)}$.

(2) 若小球做平抛运动能落至 B 点, 因运动时间 $t = \sqrt{\frac{2R}{g}} = \sqrt{\frac{0.8}{10}} \text{ s} = \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ s}$, 所以平抛初速度 $v = \frac{R}{t} = \frac{0.8/2}{\sqrt{2}/5} = \sqrt{2} \text{ (m/s)} < v_0$. 可见, 小球以 $\sqrt{2} \text{ m/s}$ 的初速度平抛时, 可以落到 B 点.

答案: (1) 2 m/s ; (2) 能 $v = \sqrt{2} \text{ m/s}$.

10. 如图 1-1-13 所示, 两个质量相同, 带电量相同的正、负离子, 以不同的速度沿与界面成 60° 角方向垂直射入有理想边界的匀强磁场中, 它们都恰不能从另一边界射出. 已知磁场横向区域足够长, 不计粒子的重力, 求:

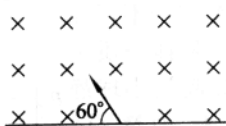


图 1-1-13

(1) 正、负粒子的速度之比 $v_1 : v_2$

(2) 正、负粒子在磁场中的运动时间之比

$t_1 : t_2$

简析: (1) 正、负粒子在磁场中运动径迹如图 1-1-14 所示. 设磁场宽度为 d , 则正、负粒子的半径 R_1, R_2 分别由几何关系得:

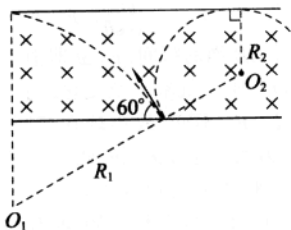


图 1-1-14

$$R_1 - d = \frac{1}{2} R_1, \text{ 所以 } R_1 = 2d,$$

$$R_2 + R_2 \sin 30^\circ = d, \text{ 所以 } R_2 = \frac{2}{3} d.$$

若设粒子质量为 m , 电荷量的绝对值为 q , 磁感应强度为 B , 则根据洛伦兹力等于向心力得:

$$R_1 = \frac{mv_1}{qB}, R_2 = \frac{mv_2}{qB}$$

$$\therefore v_1 : v_2 = R_1 : R_2 = 3 : 1.$$

(2) 由图 1-1-14 知, 正粒子在磁场中运动的轨迹圆弧对应的圆心角为 120° , 负粒子在磁场中运动的轨

迹圆弧对应的圆心角为 240° . 若设粒子运动周期为 T (正、负粒子在磁场中做圆周运动的周期相同), 则正、负粒子在磁场中运动的时间分别是:

$$t_1 = \frac{120}{360} T = \frac{1}{3} T, t_2 = \frac{240}{360} T = \frac{2}{3} T, \text{ 所以 } t_1 : t_2 = 1 : 2.$$

答案: (1) $3 : 1$; (2) $1 : 2$.

真题检验

1. (2001 年上海) 如图 1-1-15 所示, 图 A 是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脉冲信号. 根据发出和接收的信号间的时间差, 测出被测物体的速度. 图 B 中 P_1, P_2 是测速仪发出的超声波信号, n_1, n_2 分别是 P_1, P_2 由汽车反射回来的信号. 设测速仪匀速扫描, P_1, P_2 之间的时间间隔 $\Delta t = 1.0 \text{ s}$, 超声波在空气中传播速度是 $v = 340 \text{ m/s}$, 若汽车是匀速行驶的, 则根据图 B 可知, 汽车在接收到 P_1, P_2 两个信号之间的时间内前进的距离是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$, 汽车的速度是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$.

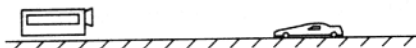


图 A

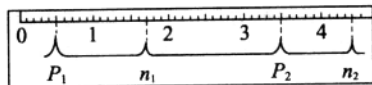


图 B

图 1-1-15

简析: 设汽车在接收到 P_1, P_2 两个信号时距测速仪的距离分别为 S_1, S_2 , 则有: $2S_1 - 2S_2 = v \cdot \Delta t'$,

$$\text{其中 } \Delta t' = \frac{(1.7 - 0.5) - (4.4 - 3.5)}{3.5 - 0.5} \Delta t = 0.1 \text{ s}.$$

汽车在接收到 P_1, P_2 两个信号之间内前进的距离为: $S_1 - S_2 = \frac{v \cdot \Delta t'}{2} = \frac{340 \times 0.1}{2} = 17 \text{ (m)}$.

因测速仪匀速扫描, 由图 B 记录数据可求出汽车前进 $(S_1 - S_2)$ 这段距离所用时间 $\Delta t'' = \Delta t - \frac{\Delta t'}{2} =$

$$0.95 \text{ (s)}, \text{ 所以汽车速度 } v = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t''} = 17.9 \text{ (m/s)}.$$

答案: $17 \quad 17.9$.

2. (2000 年全国) 如图 1-1-16 所示, 两个共轴的圆筒形金属电极, 外电极接地, 其上均匀分布着平行于轴线的四条狭缝 a, b, c, d , 外筒的外半径为 r_0 , 在圆筒之外的足够大区

域中有平行于轴线方向的 $\times \times \times \times \times$ 均匀磁场, 磁感应强度的 $\times \times \times \times \times$ 大小为 B . 在两极间加上 $\times d$ 电压, 使两圆筒之间的区 $\times \times \times \times \times$ 域内有沿半径向外的电 $\times \times \times \times \times$ 场. 一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的粒子, 从紧靠内筒且

图 1-1-16

正对狭缝 a 的 S 点出发, 初速为零, 如果该粒子经过一段时间的运动之后恰好又回到出发点 S , 则两电极之间的电压 U 应是多少? (不计重力, 整个装置在真空中)

简析: 如图 1-1-17 所示, 带电粒子从 S 出发, 在两筒之间的电场力作用下加速, 沿径向穿出 a 而进入磁场区, 在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动, 粒子再回到 S 点的条件是能沿径向穿过狭缝 d . 只要穿过了 d , 粒子就会在电场力作用下先减速, 再反向加速, 经 d 重新进入磁场区. 然后, 粒子将以同样方式经过 c, b , 再经过 a 回到 S 点.

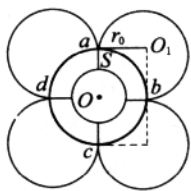


图 1-1-17

设粒子射入磁场区的速度为 v , 根据动能定理有

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

设粒子在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动的半径为 R , 由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$qBv = m \frac{v^2}{R}$$

由前面分析可知, 要回到 S 点, 粒子从 a 到 b 必经过 $\frac{3}{4}$ 圆周, 所以半径 R 必定等于筒的外半径 r_0 , 即

$$R = r_0$$

由以上各式解得:

$$U = \frac{qr_0^2 B^2}{2m}$$

答案: $\frac{qr_0^2 B^2}{2m}$

专题二 牛顿运动定律

知识重构

1. 主要概念:

(1) 惯性

(2) 作用力和反作用力

(3) 超重和失重

2. 主要规律:

(1) 牛顿第一定律

(2) 牛顿第二定律

(3) 牛顿第三定律

3. 主要方法:

(1) 整体法

(2) 隔离体法

(3) 正交分解法

(4) 临界值法

灵活运用

一、瞬间加速度的求解方法

例 1 如图 1-2-1 用一轻弹簧 OA 和一不可伸长的细绳 OB 悬挂一质量为 m 的小球, 起初小球静止, OB 绳水平, 弹簧 OA 与竖直方向成 θ 角, 今将 OB 绳剪断, 则在剪断 OB 绳瞬间, 小球的加速度为

图 1-2-1

- A. $g \tan \theta$ B. $g \sin \theta$
C. 0 D. $g \cos \theta$

解析: 小球原受力情况如图 1-2-2. 因小球原静止, 所受三力平衡, $F_2 = mg \tan \theta$. 剪断 OB 绳的瞬间, F_2 立即消失, 轻弹簧 OA 伸长量来不及变化, 仍处原形变状态, F_1 不变, 故小球在剪断 BO 绳的瞬间, 所受合外力大小为 $mg \tan \theta$, 此时小球的加速度为 $g \tan \theta$, 方向水平向右, 选项 A 正确.

小结 此类问题体现的是力与加速度的瞬时对应关系, 处理时要注意: (1) 分析原状态(给定状态)下的受力情况, 必要时利用平衡条件求出力的大小. (2) 当状态变化(烧断细线, 剪断弹簧)时, 哪些力变化, 哪些力消失.

探究: 若用细绳取代弹簧, 结果又如何?

二、用力的正交分解处理动力学问题

例 2 如图 1-2-3 所示, 电梯与水平面间的夹角为 30° , 一质量为 m 的人站在电梯上随电梯一起以加速度 a 向上运动. 求电梯对人的支持力和摩擦力.

分析:正确对物体进行受力分析,尤其是摩擦力的方向判定是解决本题的关键。

解答:人随电梯一起向上加速运动时,人受三个力的作用:重力、支持力和摩擦力。

图 1-2-3

(1) 若建立如图 1-2-4 所示的平面直角坐标系,可以得到

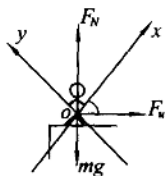


图 1-2-4

$$F_f \cos \theta + F_N \sin \theta - mg \sin \theta = ma \quad ①$$

$$F_N \cos \theta - F_f \sin \theta - mg \cos \theta = 0 \quad ②$$

解①②得: $F_f = ma \cos \theta$

$$F_N = mg + ma \sin \theta.$$

(2) 若建立如图 1-2-5 所示的平面直角坐标系,取水平向右方向为 x 轴正方向可以得到

$$F_f = ma \cos \theta$$

$$F_N - mg = ma \sin \theta$$

$$\therefore F_N = mg + ma \sin \theta$$

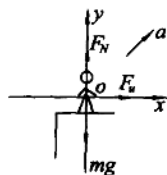


图 1-2-5

小结 物体在受到三个或三个以上不同方向的力作用时,一般都要用到正交分解法.建立坐标系的原则是尽量减少矢量的分解,本题中虽建立不同的坐标系都得出了同样结果,但求解的繁简是不一样的。

三、连接体问题的求解方法

例 3 如图 1-2-6 所示,物体 A、B 的质量分别为 5 kg 和 1 kg,已知斜面的倾角 $\theta = 37^\circ$,物块 A 与斜面间的动摩擦因数为 0.2,绳与滑轮间的摩擦不计, $g = 10 \text{ m/s}^2$,

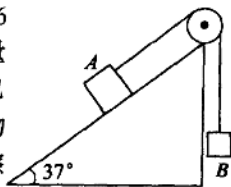


图 1-2-6

求绳子对 B 的拉力大小。

分析:因 $m_A g \sin \theta > m_B g + \mu m g \cos \theta$, 物体不能静止,将沿斜面向下匀加速下滑, A、B 用一不可伸长的细绳相连,相同时间内 A、B 的位移大小相等,加速度大小相等,但方向不同。

解答:经分析 A 沿斜面向下加速运动,设绳子的拉力为 F ,分别选 A、B 为研究对象,其受力情况如图 1-2-7,由牛顿第二定律

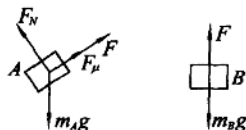


图 1-2-7

$$\text{对 A: } m_A g \sin \theta - F - \mu m_A g \cos \theta = m_A a \quad ①$$

$$\text{对 B: } F - m_B g = m_B a \quad ②$$

$$\text{即: } 50 \times 0.6 - F - 0.2 \times 50 \times 0.8 = 5a$$

$$F - 10 = 1 \times a$$

$$\text{解之得 } a = 2 \text{ m/s}^2 \quad F = 12 \text{ N}$$

小结 本题中物体 A、B 尽管加速度的大小相同,但方向不同,不具有相同的加速度,处理此类问题必须用隔离法,不能用整体法。

四、超重、失重问题

例 4 某人在以 2.5 m/s^2 的加速度匀加速下降的电梯里最多能举起 80 kg 的物体,在地面上最多能举起 _____ kg 的物体,若此人在匀加速运动的电梯中最多能举起 40 kg 的物体,则电梯上升的加速度为 _____ m/s^2 . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

分析:超重和失重现象中物体所受重力并没有发生变化。

解答:设人举起物体的最大力为 F ,在地面上最多能举起物体的质量为 m ,则 $F = mg$ 。

当电梯以 $a_1 = 2.5 \text{ m/s}^2$ 的加速度匀加速下降时,取向下的正,则有: $80 \times 10 - F = 80 \times 2.5 \quad F = 600 \text{ N} \quad m = 60 \text{ kg}$

当电梯以加速度 a 上升时,此人最多能举起 40 kg 重的物体,设向上的正,则有 $F - 40 \times 10 = 40a$

$$\therefore a = 5 \text{ m/s}^2$$

小结 处理此类问题要明确,人举起物体的最大力不随电梯的运动状态而变化,超重、失重现象中加速度的方向不同,可选不同的正方向应用牛顿第二定律列方程求解。

五、动力学中的临界问题的处理方法

例5 一个质量为0.2 kg的小球用细绳吊在倾角 $\theta = 53^\circ$ 的斜面顶端,如图 1-2-8,斜面静止时,球紧靠在斜面上,绳与斜面平行,不计摩擦,当斜面以 10 m/s^2 的加速度向右作加速运动时,求绳的拉力及斜面对小球的弹力。

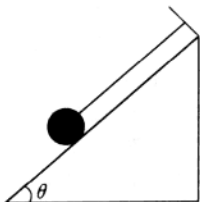


图 1-2-8

分析:当加速度 a 较小时,小球与斜面体一起运动,此时小球受重力,绳拉力和斜面的支持力三个力作用,绳平行于斜面,当加速度 a 足够大时,小球将“飞离”斜面,此时小球受重力和绳的拉力作用,绳与水平方向的夹角未知,题目中要求 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 时绳的拉力及斜面的支持力,必须先求出小球离开斜面的临界加速度 a_0 ,然后比较 a 和 a_0 的大小,方能确切判定小球的受力情况,继而由牛顿第二定律给出符合实际情况的解答。

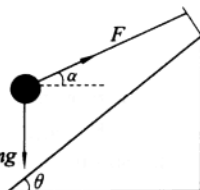


图 1-2-9

解答:设小球恰要离开斜面时的加速度为 a_0 ,则有 $mg \cot \theta = ma_0$

$$a_0 = g \cot \theta = 7.5 \text{ m/s}^2$$

因为 $a = 10 \text{ m/s}^2 > a_0$

所以小球离开斜面 $F_N = 0$, 小球受力情况如图

1-2-9,

$$\text{则 } F \cos \alpha = ma \quad F \sin \alpha = mg$$

$$\text{所以 } F = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = 2.83 \text{ N}, F_N = 0$$

小结 本题中的临界条件需用极限分析法来判定,这种方法是处理临界问题的常用方法。

探究:细绳能成水平状态吗?

六、根据图象求解动力学问题

例6 质量为0.8 kg的物体在同一水平面上运动,如图 1-2-10 所示的两条直线分别表示物体受到水平拉力作用和不受拉力作用的 $v-t$ 图线,则该物体所受拉力是 _____ N,摩擦力是 _____ N。

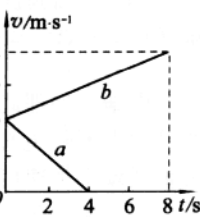


图 1-2-10

N。

分析:处理图象问题要分清纵、横坐标的物理意义,再结合题意进行分析求解。

解答:由图知, a 图线对应物体不受拉力作用的情况,加速度 a_1 的大小为 $\frac{|0-6|}{4} = 1.5 \text{ (m/s}^2\text{)}$,故摩擦力 F_f 的大小 $F_f = ma_1 = 0.8 \times 1.5 = 1.2 \text{ (N)}$ 。图线 b 对应物体受拉力作用的情况,加速度 a_2 的大小: $a_2 = \frac{12-6}{8} = 0.75 \text{ (m/s}^2\text{)}$ 。由牛顿第二定律知: $F - F_f = ma_2$

$$\therefore F = 0.8 \times 0.75 + 1.2 = 1.8 \text{ (N)}.$$

小结 根据图象求解动力学问题,关键要分析清楚物体的运动情况,找出不同情况或不同阶段的加速度,再结合牛顿第二定律求解。

跟踪精练

1. 如图 1-2-11,质量为 m 的物体在粗糙斜面上以加速度 a 加速下滑,现加一恒力 F 作用在物体上,力 F 通过物体的重心,且方向竖直向下,则施加恒力 F 后物体的加速度将 ()

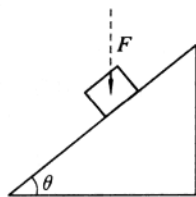


图 1-2-11

- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变
- D. 无法判断

简析:未施加恒力 F 时的加速度为 a_1 , 则有 $mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma_1$ 故 $a_1 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ 。施加恒力 F 后,物体运动的加速度为 a_2 , 则有 $(mg + F) \sin \theta - \mu(mg + F) \cos \theta = ma_2$ 故 $a_2 = \frac{mg + F}{m}(\sin \theta - \mu \cos \theta) > g(\sin \theta - \mu \cos \theta) = a_1$ 。A 选项正确。

答案:A。

2. 一只质量为 m 的猴子,跳起来抓住悬在天花板上质量为 M 的竖直木杆,当小猴抓住木杆的瞬间,悬挂木杆的绳断了,设木杆足够长,由于猴子不断向上爬,可使猴子离地高度不变,则木杆下落的加速度是 ()

- A. g
- B. Mg/m
- C. $(M + m)g/M$
- D. $(M - m)g/M$

简析:由于猴子离地高度不变,则猴子的加速度为 0,对猴子: $F_f - mg = 0$ 。对杆: $F_f + Mg = Ma$ 。解得

$a = \frac{M+m}{M}g$. C 选项正确.

答案: C.

3. 如图 1-2-12, $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, 连接的细线仅能承受 1 N 的拉力, 桌面水平光滑, 为使线不断而又使它们一起运动获得最大加速度, 则可以施加的水平力 F 的最大值和方向为 ()

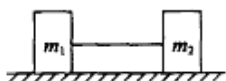


图 1-2-12

- A. 向右, 作用在 m_2 上, $F = \frac{5}{3} \text{ N}$
- B. 向右, 作用在 m_2 上, $F = 2.5 \text{ N}$
- C. 向左, 作用在 m_1 上, $F = \frac{5}{3} \text{ N}$
- D. 向左, 作用在 m_1 上, $F = 2.5 \text{ N}$

简析: 若力作用在 m_2 上向右运动时, 最大加速度 $a_1 = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m/s}^2$, 此时 $F = (m_1 + m_2)a_1 = 2.5 \text{ N}$. 若力作用在 m_1 上向左运动时, 线的最大拉力作用在 m_2 所产生的最大加速度 $a_2 = \frac{1}{3} \text{ m/s}^2$, 此时作用力 $F = (m_1 + m_2)a_2 = \frac{5}{3} \text{ N}$. B 选项正确.

答案: B.

4. 在托盘弹簧秤上放一水杯, 托盘中还放有一铁块, 此时弹簧秤的示数为 F_1 , 现将铁块浸没在水中由静止释放, 铁块在水中下落过程中, 弹簧秤的示数为 F_2 , 则 ()

- A. $F_1 > F_2$
- B. $F_1 < F_2$
- C. $F_1 = F_2$
- D. 不能判定

简析: 铁块在水中下落过程中, 整个系统重心加速下移, 出现失重现象, $F_1 > F_2$, 选项 A 正确.

答案: A.

5. 一内壁光滑的环形细圆管, 位于竖直平面内, 环的半径为 R (比细管的半径大得多). 在圆管中有两个直径与细管内径相同的小球 (可视为质点). A 的质量为 m_1 , B 球的质量为 m_2 , 它们沿环形圆管顺时针运动, 经过最低点时的速度都为 v_0 . 设 A 球运动到最低点时, B 球恰好运动到最高点, 若要此时两球作用于圆管的合力为零, 那么 m_1 、 m_2 、 R 与 v_0 应满足的关系式是 _____.

简析: 此题是圆周运动与物体受力平衡的综合题, 为解题方便画出 A 球在最低点和 B 球在最高点

时的示意图, 如图 1-2-13 所示.

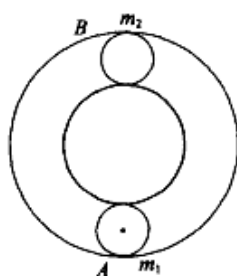


图 1-2-13

对 A 球: 由于是最低点, 故细管对 A 球的支持力克服 A 球的重力, 维持 A 球做圆周运动, 即有:

$$F_{N1} = m_1g + m_1v_0^2/R.$$

对 B 球: 因是在最高点, 细圆管对 B 球的压力及重力维持 B 球做圆周运动, 即有:

$$F_{N2} + m_2g = m_2v^2/R.$$

因为细管是光滑的, 所以机械能守恒, 又因 B 球在最低点时的速度也是 v_0 , 所以有:

$$2m_2gR = \frac{1}{2}m_2v_0^2 - \frac{1}{2}m_2v^2.$$

要使 A 、 B 两球作用于圆管的合力为零, 则应有:

$$F_{N1} - F_{N2} = 0.$$

解以上方程可得 m_1 、 m_2 、 R 与 v_0 应满足的关系式为:

$$(m_1 - m_2)\frac{v_0^2}{R} + (m_1 + 5m_2)g = 0.$$

$$\text{答案: } (m_1 - m_2)\frac{v_0^2}{R} + (m_1 + 5m_2)g = 0.$$

6. 如图 1-2-14 所示, 质量分别为 m_1 、 m_2 的 A 、 B 两木块叠放在光滑的水平桌面上, A 与 B 的动摩擦因数为 μ , 若要保持 A 与 B 相对静止, 则施于 B 的水平拉力 F 的最大值为 _____, 若要保持 A 和 B 相对静止, 施于 A 的水平拉力 F 的最大值为 _____, 若要把 B 从 A 的上表面拉出, 则施于 B 的水平力应大于 _____.

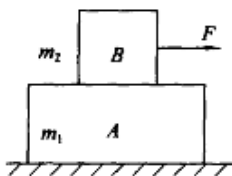


图 1-2-14

简析: A 、 B 间的最大摩擦力 $F_f = \mu m_2g$. 当水平

力 F 施于 B 时, A 、 B 共同运动的最大加速度 $a_1 = \frac{F_\mu}{m_A} = \frac{\mu m_2 g}{m_1}$, 此时 $F = (m_1 + m_2)a_1 = \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1} \mu g$. 此力既是 A 、 B 保持相对静止施于 B 的最大力, 又是把 B 从 A 上表面拉出施于 B 的最小力, 当水平力 F 施于 A 时, A 、 B 共同运动的最大加速度 $a_2 = \frac{F_\mu}{m_B} = \mu g$. 故为保持 A 、 B 相对静止, 施于 A 的水平拉力 F 的最大值为 $F = (m_1 + m_2)a_2 = (m_1 + m_2)\mu g$.

答案: $\frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1} \mu g$ $(m_1 + m_2) \mu g$

$$\frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1} \mu g$$

7. 如图 1-2-15 所示, 木块 A 、 B 用一轻弹簧相连, 竖直放在木板 C 上, 三者静置于地面, 它们的质量之比是 $1:2:3$, 设所有接触面都光滑, 当沿水平方向迅速抽出木板 C 的瞬间, A 、 B 的加速度分别是 $a_A =$ _____, $a_B =$ _____.

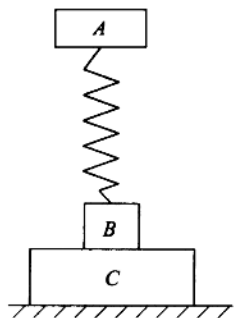


图 1-2-15

简析: 木板 C 未抽出时, A 受重力 mg 和弹簧弹力 F 作用而平衡, B 受向下的重力 $2mg$, 向下的弹簧弹力 F 和物体 C 施加的向上的支持力 F_N , 且 $F_N = F + 2mg = 3mg$; 抽出木板 C 的瞬间, A 物受力情况不变, $a_A = 0$; B 物体所受到的力除 F_N 突然消失外, 另二力不变, 故合外力大小为 $F_{\text{合}} = 3mg$, 此时 B 物体的加速度 $a_B = \frac{F_{\text{合}}}{2m} = \frac{3}{2}g$.

答案: 0 $\frac{3}{2}g$.

8. 如图 1-2-16 所示, 光滑绝缘水平面上固定着 A 、 B 、 C 三个带电小球, 它们的质量均为 m , 间距均为 r , A 、 B 带正

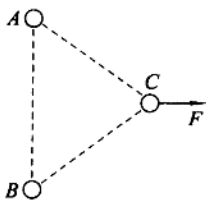


图 1-2-16

电, 电量均为 q , 现对 C 施一水平力 F 的同时放开三个小球, 欲使三个小球在运动过程中保持间距 r 不变, 求: ① C 球的电性和电量; ② 水平力 F 的大小.

简析: 经分析小球 C 带负电荷. 设共同运动的加速度为 a , 小球 C 的带电量为 q_C , 由题意知

$$F = 3ma \quad (1)$$

$$\text{对 } A \text{ 球: } k \frac{q^2}{r^2} - k \frac{q \cdot q_C}{r^2} \cdot \cos 60^\circ = 0 \quad (2)$$

$$k \frac{q \cdot q_C}{r^2} \sin 60^\circ = ma \quad (3)$$

$$\text{①②③联立解得 } q_C = 2q, F = \frac{3\sqrt{3}k \cdot q^2}{r^2}.$$

答案: ① 负电 $2q$; ② $\frac{3\sqrt{3}k \cdot q^2}{r^2}$.

9. 如图 1-2-17 和图 1-2-18 质量为 M 的斜面体置于水平面上, 其上有质量为 m 的小物块, 各接触面均光滑, 第一次将水平力 F_1 加在 m 上, 第二次将水平力 F_2 加在 M 上, 两次要求 m 与 M 不发生相对滑动, 求 F_1/F_2 的值.



图 1-2-17

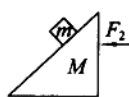


图 1-2-18

简析: 将力 F_1 加在 m 上时, 共同运动的加速度为 a_1 , m 受力如图 1-2-19 所示, 设斜面倾角为 θ , 由牛顿第二定律得

$$F_1 - F_N \sin \theta = ma_1 \quad (1)$$

$$F_N \cos \theta - mg = 0 \quad (2)$$

$$\text{对 } m、M \text{ 组成的整体 } F_1 = (M + m)a_1 \quad (3)$$

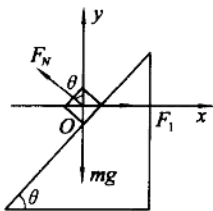


图 1-2-19

$$\text{联立①②③解得 } F_1 = \frac{m(M + m)}{M} \tan \theta.$$

将力 F_2 加在 M 上时, 选 m 为研究对象易知共同运动的加速度为 $a_2 = \tan \theta$, 故 $F_2 = (M + m) \tan \theta$,

$$\text{所以 } \frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}.$$