

J



T

全国著名特高级教师编写

高中理科综合题解答题典

题典

物理 化学 生物

第四次修订版

JIETITIDIAN
CONGSHU

李维坦 主编

东北师范大学出版社

T

D

TIDIAN

全国著名特高级教师编写

高中理科综合题解题题典

(物理 化学 生物)

主编 / 李维坦

东北师范大学出版社·长春



图书在版编目(CIP)数据

高中理科综合题解题库典/李维坦主编. - 长春: 东北师范大学出版社, 2001.5 (解题库典丛书)

ISBN 7 - 5602 - 2541 - 1

I. 高 II. 张… III. 理科(教育) — 课程 — 高中 — 解题
IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 21282 号

☐ 责任编辑: 赵向荣 ☐ 封面设计: 李冰彬
☐ 责任校对: 丁晓华 ☐ 责任印制: 张文霞

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 5268 号 (130024)

销售热线: 0431—5695744 5688470

传真: 0431—5695734

网址: <http://www.nnup.com>

电子函件: sdebs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

黑龙江新华印刷二厂印装

黑龙江省阿城市通城街 (150300)

2003 年 6 月第 4 次修订版 2003 年 6 月第 4 版第 1 次印刷

幅面尺寸: 148 mm×210 mm 印张: 15.25 字数: 630 千

印数: 129 301 — 139 300 册

定价: 18.50 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 可直接与承印厂联系调换

本书作者

主 编	李维坦				
副主编	巩 昭	唐雪林	郭兆兵	李延龙	杨蔚果
	修丽芝	李环宇	胡中宁	蔡立格	
编 者	李维坦	巩 昭	唐雪林	郭兆兵	李延龙
	杨蔚果	修丽芝	李环宇	胡中宁	蔡立格
	刘景芳	王 威	陈令因	姜英武	王书容
	孙 越	李金华	孙秀萍	刘忠海	尹春晖
	许 萍	陈玉书	张 丹	李胜海	贝姣宏
	张冬华	李东霞	朱云霞	李宇航	邵 伟
	刘 君	孙洪欣	陈维栋	柳玉春	史志红
	张宇宁				

GAOZHONG LIKE ZONGHETI JIETI TIDIAN

出版说明

“小学、初高中各科解题题典”丛书自出版以来，已走过了八个年头，在竞争激烈、强手如林的图书市场中，以不可遏制之势保持着多年的畅销态势，这不能不说是教辅图书销售中的一个奇迹。尽管考试的指挥棒一再变更方向，尽管教材不断更新面孔，但《题典》丛书始终以旺盛的生命力与每一位读者携手共同成长、进步。

新的世纪，新的教学理念，新的考试方向，新的教材，作为广大师生的亲密朋友，我们不可推卸的责任仍然是为中小學生提供质量精良、内容精当的新教辅。基于此，我们对《题典》丛书作了全面的创造性的更新，进行了第四次修订。新的《题典》汲取众家所长，不受教材版本的限制，既保持了原《题典》的多方面优势，又融会了新的教育观念，结合了新的教改形势、中高考走向，更加趋于完备，它会充满活力地继续陪伴在中小學生身旁。新的《题典》具有以下特点：

一、遵循教学大纲，但不拘泥于教学大纲

丛书在编写过程中，本着“遵循教学大纲，但不拘泥于教学大纲”的原则，将小学、初中、高中各科中的知识要点以题解的形式作科学系统的归纳整理，梳理解题思路，培养学生利用已经掌握的知识解决问题和分析问题的能力。在题型设计上，转变过去较注重知识立意的方式，强调能力立意，增加应用型和能力型题型，且不人为地设置难度极大的拔高题，而是循序渐进，步步深入，把握一定的区分度，突出理解、论证、实验能力的考查，并对可能产生疑惑的问题给予科学、详尽的解析，在分析答问中注意使其有利于学生思维的扩展，给学生留有广阔的思维空间。

二、实实在在的点拨，真真正正的实用

在目前的教改形势下，真正实用的教辅书应是对知识体系

的牢固掌握与培养创新精神的结合体,《题典》丛书无疑是一套具有多方优势的实用的教辅工具书。

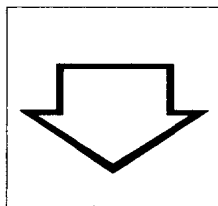
《题典》丛书囊括初高中语文、数学、英语、物理、化学、政治、地理、历史、生物,小学语文、数学各科,共三十余分册。丛书不仅对学生中共性的须掌握解决的问题予以整理、归纳、提炼,而且对部分习题的解题思路作适度、合理的延伸,以丰富学生的思维触角,扩展知识层面。对于某些学科中的重点部分,丛书又单列成册,如“初高中作文”、“初高中物理实验”、“初高中化学实验”、“文科综合题”、“理科综合题”、“高中古诗文阅读”等。丛书在题目设置上,注重典型性、实用性、灵活性,以期举一反三,触类旁通;在题型选择上,注重应用性、科学性、新颖性,以期稳中求进,开阔视野;在思路点拨上,注重可操作性、规律性,以期激发创新,拓展思维。整套书凝聚着编创人员的汗水和心血,体现着现代教育的精华。

三、专家、学者、一线教师携手之作

《题典》丛书的编写队伍,注重专家、学者和中小学一线特高级教师的紧密结合,以期各取所长,各展所能,优势互补,达到命题思想、能力考查、解题技巧的最佳组合。一线教师最贴近学生,最了解学生的实际需要,来自他们的提醒无疑是中肯、严谨的。

作为《题典》丛书的策划、编创人员,我们始终将“出精品,创名牌”作为出版宗旨,同时也相信,新《题典》会以更高的含金量,更丰富的信息,更深邃的内涵,使广大读者于激烈的竞争中脱颖而出,立于不败之地。我们希望能一如既往地得到广大朋友的热心支持,听到更多真诚的反馈意见,以便使之不断臻于完善。

东北师范大学出版社
第一编辑室



题典

目 录

第一部分 物 理

一	力 学	1
二	热 学	36
三	电 学	53
四	光 学	111
五	原子物理	126
六	综 合	130

第二部分 化 学

一	基本概念与基本理论	173
二	元素化合物	205
三	有机化学	243
四	化学实验	290
五	化学计算	318
六	综 合	339

第三部分 生 物

一	单项选择题	370
二	多项选择题	410

2 目 录

三 简答题	420
-------------	-----

第四部分 学科综合题

学科综合题	442
-------------	-----

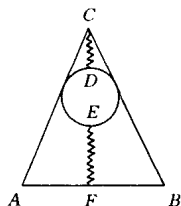
第一部分 物理

一 力 学

例 1 如图所示,重 $G=10\text{ N}$ 的光滑小球与劲度系数均为 $k=1000\text{ N/m}$ 的上、下两轻弹簧相连,并与 AC 、 BC 两光滑平板相接触,若弹簧 CD 被拉伸量、 EF 被压缩量均为 $x=0.5\text{ cm}$,则小球受力的个数为().

- A. 2 个 B. 3 个 C. 4 个 D. 5 个

解 B. 上下两弹簧弹力之和为: $T_1 + T_2 = 2kx = 10\text{ N}$ 与小球重力大小相等,方向相反. 此时小球与两板虽接触但无挤压,无形变,两板对球不产生弹力. 故选项 B 正确.

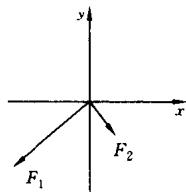


例 2 F_1 和 F_2 合力方向竖直向下,若保持 F_1 的大小和方向都不变,保持 F_2 的大小不变,而将 F_2 的方向在竖直平面内转过 60° 角,合力的方向仍竖直向下,下列说法中正确的是().

- A. F_1 一定大于 F_2 B. F_1 可能小于 F_2
C. F_2 的方向与水平面成 30° 角 D. F_1 的方向和 F_2 的方向成 60° 角

解 A、C. 因 F_1 和 F_2 的合力竖直向下,则 F_1 和 F_2 的水平分量必大小相等,方向相反, F_2 转过 60° 角后合力仍竖直向下,则 F_2 必水平分量不变而竖直分量大小不变,方向变为反向,转动前后 F_2 关于 x 轴对称. 选项 C 正确. 如图所示, F_2 的竖直分量必定小于 F_1 的竖直分量才能满足转动后合力仍向下. 由数学关系可知:

$$\begin{cases} F_1 \cos \theta = F_2 \cos 30^\circ \\ F_1 \sin \theta > F_2 \sin 30^\circ \end{cases} \therefore F_1^2 > F_2^2, \text{ 故 } F_1 > F_2.$$



例 3 如图所示, C 是水平地面, A 、 B 是两个长方形物体, F 是作用在物块 B 上沿水平方向的力,物体 A 和 B 以相同的速度作匀速直线运动,由此可知 A 、 B 间的滑动摩擦系数 μ_1 和 B 、 C 间的滑动摩擦系数 μ_2 有可能是().

2 高中理科综合题解题库

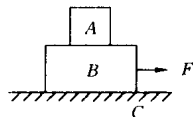
A. $\mu_1 = 0, \mu_2 = 0$

B. $\mu_1 = 0, \mu_2 \neq 0$

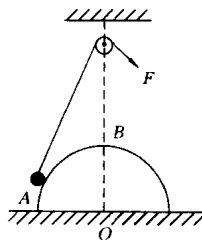
C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 = 0$

D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

解 B、D. A 和 B 以相同的速度做匀速直线运动, 故将 A、B 视为一个整体, 其水平方向合力为零, 所以 C 给 B 的摩擦力 $f = F$, 方向水平向左, 得 $\mu_2 \neq 0$, 再隔离 A, 受力分析, 其水平方向合力也为零, 得出 B 给 A 的摩擦力为零, 因此 $\mu_1 = 0$ 或 $\mu_1 \neq 0$ 均可, 故选项 B、D 正确.



一个表面光滑的半球形物体固定在水平面上, 其球心 O 的正上方一定高度处固定一个小滑轮, 一根细绳的一端拴一个小球, 置于球面上 A 点, 另一端绕过定滑轮. 如图所示, 现缓慢地拉动细绳的另一端, 使小球沿球面从 A 向 B 运动, 在拉到 B 前的过程中, 小球所受球面的支持力 N 及细绳对小球的拉力 T 的变化情况是().



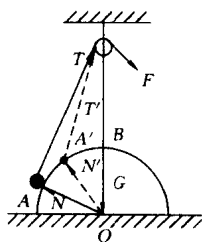
A. N 变大, T 变小

B. N 变小, T 变大

C. N 不变, T 变小

D. N 变大, T 不变

解 C. 小球受重力 G , 球面的支持力 N 和悬绳的拉力 T 三个力作用, 由于小球始终缓慢移动, 故小球处于动态平衡, 合力为零, 由三角形法则可知此三力一定能构成顺次首尾相接的封闭矢量三角形, 如图分析可知, N 不变, T 减小, 选项 C 正确.



做直线运动的物体, 经过 AB 两点时的速度分别为 v_A 和 v_B , 经过 AB 中点 C 时速度 $v_C = \frac{1}{2}(v_A + v_B)$, 且 AC 段匀加速直线运动, 加速度为 a_1 , BC 段也为匀加速直线运动, 加速度为 a_2 , 则 a_1 、 a_2 的大小关系是().

A. $a_1 > a_2$

B. $a_1 < a_2$

C. $a_1 = a_2$

D. 条件不足, 无法判断

解 B.

方法(一): $\because a_1 = \frac{v_C^2 - v_A^2}{2s}, a_2 = \frac{v_B^2 - v_C^2}{2s},$

$$\begin{aligned} \therefore a_1 - a_2 &= \frac{2v_C^2 - (v_A^2 + v_B^2)}{2s} = \frac{2\left(\frac{v_A + v_B}{2}\right)^2 - (v_A^2 + v_B^2)}{2s} \\ &= -\frac{(v_A - v_B)^2}{4s} < 0, \end{aligned}$$

$\therefore a_1 < a_2.$

方法(二): 由题意作该运动的 $v-t$ 图像, 如图所示.

已知 C 是 AB 的中点, 故 $s_1 = s_2$, 且 $v_C - v_A = v_B - v_C$, 因而一定有: $t_1 > t_2$, 又因 $a_1 =$

$\frac{v_C - v_A}{t_1}, a_2 = \frac{v_B - v_C}{t_2}$, 故有 $a_1 < a_2$, 选项 B 正确.

题 一个小物体从光滑斜面上由静止开始下滑, 在它通过的路径中取 AE 并分成相等的四段, 如图所示, v_B 表示 B 点的瞬时速度, $\bar{v}$ 表示 AE 段的平均速度, 则 v_B 和 $\bar{v}$ 的关系是().

- A. $v_B = \bar{v}$ B. $v_B > \bar{v}$
C. $v_B < \bar{v}$ D. 以上三个关系都有可能

解 C. 本题可作如下设想, 若 $v_0 = 0$ 处取在 A 点, 则质点通过 AB 的时间与通过 BE 的时间相等, 原因是 $v_A = 0, AB:BE = 1:3$, 所以 $t_{AB} = t_{BE}$, 根据匀变速运动规律: 中间时刻的瞬时速度 = 这段时间内的平均速度, 可得出 $v_B = \bar{v}$, 但 $v_A \neq 0$, 因此 AE 段的中间时刻在 BC 之间, 且 v_A 越大, 中间时刻的瞬时速度越接近 v_C , 但永远达不到. 本题选项 C 正确.

题 一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度大小为 4 m/s, 1 s 后, 速度的大小变为 10 m/s, 在这 1 s 内该物体的().

- A. 位移的大小可能大于 10 m B. 位移的大小可能小于 4 m
C. 加速度的大小可能大于 10 m/s² D. 加速度的大小可能小于 4 m/s²

解 B、C. 物体在 1 s 前后两速度有同向与反向两种情况:

(1) 同向时: 位移大小 $s_1 = \frac{4+10}{2} \times 1 = 7 \text{ m}$;

加速度大小 $a_1 = \frac{10-4}{1} = 6 \text{ m/s}^2$.

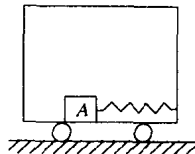
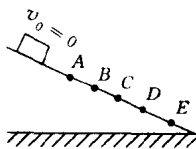
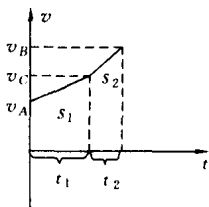
(2) 反向时: 位移大小 $s_2 = \frac{10-4}{2} \times 1 = 3 \text{ m}$;

加速度大小 $a_2 = \frac{4+10}{1} = 14 \text{ m/s}^2$, 故选项 B、C 正确.

题 如图所示, 在水平面上, 质量为 10 kg 的物体 A 拴在一水平被拉伸弹簧的一端, 弹簧的另一端固定在小车上. 当它们都处于静止时, 弹簧对物体的弹力大小为 3 N, 若小车以 $a = 0.5 \text{ m/s}^2$ 的加速度水平向右匀加速运动时().

- A. 物体 A 受到的摩擦力方向不变
B. 物体 A 受到的摩擦力变小
C. 物体 A 受到的弹簧的拉力将增大
D. 物体 A 相对小车仍然静止

解 B、D. 当车静止时, 物块 A 受到向左的静摩擦力 $f = 3 \text{ N}$, 当小车以 0.5 m/s^2 的加速度向右匀加速运动时, 若保持 A 与小车相对静止, A 必受到水平向右的 $F_{\text{合}} = ma = 5 \text{ N}$ 的合外力作用, 由于静摩擦力是可以变化的, 只要在弹簧弹力 3 N 的基础上, 再提供水平向右的 2 N 的静摩擦力, 物块便可以随小车一起以相同加速度运动, 因题设给出 $f_m \geq$



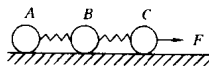
3 N, 故 A 相对小车仍然静止, 弹簧的拉力保持不变, 静摩擦力由水平向左的 3 N 变为水平向右的 2 N. 选项 B、D 正确.

题 9 下面说法中正确的是().

- A. 物体在恒力作用下不可能做曲线运动
- B. 物体在变力作用下有可能做曲线运动
- C. 物体在恒力作用下有可能做圆周运动
- D. 物体所受的力始终不与速度垂直, 则一定不做圆周运动

解 B. 物体做曲线运动的条件是力与速度不在一条直线上, 因此恒力作用下物体可做曲线运动(如平抛、斜抛运动等). 物体在变力作用下, 只要力与速度不在同一直线上便可做曲线运动(如圆周运动). 物体做圆周运动时, 所受的合外力方向必定变化, 因此物体在恒力作用下, 不可能做圆周运动. 只有匀速圆周运动的物体所受的合外力才始终与速度垂直, 而一般的非匀速圆周运动合外力并不始终与速度垂直(如竖直面内的非匀速圆周运动). 只有选项 B 正确.

题 10 如图所示, A、B、C 三个质量相同的小球, 在恒力 F 作用下沿光滑水平面做匀加速直线运动, 加速度为 a , 在撤去 F 的瞬间, 下列说法中正确的是().

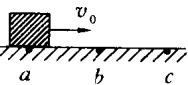


- A. 三球立即做匀速直线运动
- B. A、B 间弹簧弹力为 $F/3$, BC 间弹簧弹力为 $2F/3$
- C. 三球的加速度分别为 $a_C = -3a$, $a_B = 2a$, $a_A = a$
- D. 三球的加速度分别为 $a_C = -2a$, $a_B = a$, $a_A = a$

解 B、D. 撤去 F 的瞬间, 弹簧弹力大小不变, 撤去 F 前以整体为研究对象, $a = \frac{F}{3m}$.

对 A: $F_{AB} = ma = F/3$; 对 A、B 系统: $F_{BC} = 2ma = 2F/3$. 撤去 F 的瞬间: $a_C = \frac{-F_{BC}}{m} = -2a$, $a_B = \frac{F_{BC} - F_{AB}}{m} = \frac{F}{3m} = a$, $a_A = \frac{F_{AB}}{m} = a$, 故选项 B、D 正确.

题 11 如图所示, 一小滑块以初速度 v_0 沿水平地面由 a 点滑到 c 点停下来, ab 段和 bc 段与滑块间的动摩擦因数不同, 滑块在 b 点时的速度为 v_1 , 若滑块从 c 点以相同的速率 v_0 向 a 点运动时, 经过 b 点时的速率为().



- A. v_1
- B. $\frac{v_0 + v_1}{2}$
- C. $\sqrt{v_0 v_1}$
- D. $\sqrt{v_0^2 - v_1^2}$

解 D. 滑块从 a 点运动, 由 b 点到 c 点有: $v_1^2 = 2g\mu_2 s_2$, 当滑块从 c 点以速率 v_0 反向运动经过 b 点时, $v_0^2 - v_b^2 = 2g\mu_2 s_2 = v_1^2$, $\therefore v_b = \sqrt{v_0^2 - v_1^2}$, 故选项 D 正确.

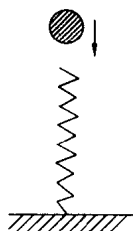
题 12 将一小球以初速度 v 从地面竖直上抛后, 经 4 s 后小球离地面高度为 6 m, 若使小球抛出后, 经 2 s 到达相同高度, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 不计空气阻力, 则小球初速度 v 应

() .

- A. 小于 v B. 大于 v C. 等于 v D. 不能确定

解 A. 本题从竖直上抛运动上升阶段和下降阶段的对称性入手分析,可以判断出所给时间是小球第一次还是第二次到达该点. 由于自由落体运动第 1 s 内的位移是 5 m, 前 2 s 内的位移是 20 m, 所以两次上抛运动时间 4 s 和 2 s 均是上升到最高点后又返回过程中到达该点, 故第一次上抛上升到最大高度时间大于 2 s, 第二次上抛上升到最大高度所用时间大于 1 s 而小于 2 s, 故应选 A.

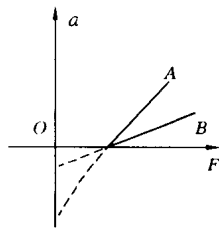
例 1 如图所示, 一个铁球从竖立在地面上的轻弹簧正上方某处自由下落, 接触弹簧后将弹簧压缩, 在压缩的全过程中, 弹簧均为弹性形变, 那么当弹簧的压缩量最大时().



- A. 球所受合外力最大, 但不一定大于重力值
B. 球的加速度最大, 且一定大于重力加速度值
C. 球的加速度值最大, 有可能小于重力加速度值
D. 球所受弹力最大, 但不一定大于重力值

解 B. 小球接触弹簧后的运动可视为竖直方向上的简谐运动, 假设小球是从接触弹簧时开始运动的, 小球将在此位置与最低点间作简谐运动, 由简谐运动规律可知: 接触弹簧时 $F_{\text{合}} = F_{\text{回}} = mg$, 方向竖直向下. 最低点时 $F_{\text{合}} = F_{\text{回}} = mg$, 方向竖直向上, 所以 $f_{\text{回}} = 2mg$, 实际上由于小球是从轻弹簧正上方某处自由下落的, 故小球将继续向下运动, 直至速度减为零, 此时小球受到的合外力最大, 加速度最大, 且合外力大于重力, 加速度大于重力加速度. 选项 B 正确.

例 2 物体 A、B 都静止在同一水平面上, 它们的质量分别为 m_A 、 m_B , 与水平面间的动摩擦因数分别为 μ_A 、 μ_B , 用平行于水平面的拉力 F 分别拉物体 A、B 所得加速度 a 与拉力 F 关系图像分别如图所示, 则可知().



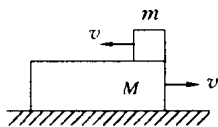
- A. $\mu_A = \mu_B$, $m_A < m_B$ B. $\mu_A < \mu_B$, $m_A > m_B$
C. 可能 $m_A = m_B$ D. $\mu_A > \mu_B$, $m_A < m_B$

解 D. 由牛顿第二定律可知, 物体运动的加速度 $a = \frac{F - mg\mu}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$, 该表达式为一次函数. 故在图像中直线的斜率为 $\frac{1}{m}$, 与 a 轴的截距大小为 μg , 由于 $k_A > k_B$, $\mu_A g > \mu_B g$, 故有 $m_A < m_B$, $\mu_A > \mu_B$. 选项 D 正确.

例 3 如图所示, 在光滑的水平面上, 有一质量为 $M = 3 \text{ kg}$ 的薄板和质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的物块, 都以 $v = 4 \text{ m/s}$ 的加速度朝相反方向运动, 它们之间有摩擦, 薄板足够长, 当薄板的速度为 2.4 m/s 时, 物块的运动情况是().

- A. 做加速运动 B. 做减速运动
C. 做匀速运动 D. 以上运动都有可能

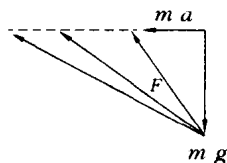
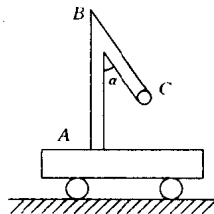
解 A. 受力分析可知: M 总是向右运动, 取向右为正方向, 设最终速度为 v_3 , 由动量守恒定律得: $Mv - mv = (M + m)v_3$, 所以 $v_3 = 2 \text{ m/s}$, 而当薄板速度 $v_2 = 2.4 \text{ m/s}$ 时, 由 $Mv - mv = Mv_2 + mv'_3$, 代入数据得 $v'_3 = 0.8 \text{ m/s}$, 方向向右, 且小于 v_3 , 故必处于加速运动状态.



题 13 如图所示, 小车上固定一弯折硬杆 ABC , C 端固定一质量为 m 的小球. 已知 α 恒定, 当小车水平向左做变加速直线运动时, BC 杆对小球作用力方向 ().

- A. 一定沿杆向上
B. 一定竖直向上
C. 可能水平向左
D. 随加速度 a 的数值改变而改变

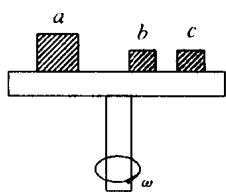
解 D. 小球只受两个力作用, 重力 mg 和杆的作用力 F , 其中重力 mg 大小、方向都不变, 而 F 的大小将随合力 $F_{\text{合}} = ma$ 的变化而变化, 且只有当 $a = g \tan \alpha$ 时, F 的方向才沿杆向上. 当 $a = 0$ 时, $F = mg$ 方向竖直向上, $a \rightarrow \infty$ 时, F 的方向向水平方向趋近, 但永远达不到水平方向, 矢量分析如图所示. 随 ma 的增加, F 逐渐增大, 方向趋于水平.



题 14 如图所示, 一水平平台可绕竖直轴转动, 平台上有质量分别为 $2m$ 、 m 、 m 的三个物体 a 、 b 、 c , 它们到转轴的距离 $r_a = \frac{1}{2}r_b$, 与平台间的最大静摩擦力均与其正压力成正比, 将平台转动的角速度逐渐增大时 ().

- A. a 先滑 B. b 先滑
C. c 先滑 D. a 、 b 同时滑

解 C、D. 物体随转盘一起做圆周运动的向心力由静摩擦力提供, 即 $mg\mu = m\omega_m^2 r$, $\therefore \omega_m = \sqrt{g\mu/r}$. 可见, 物体做圆周运动的最大角速度与质量无关, 仅由 μ 、 r 决定, 故选项 C、D 正确.



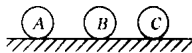
题 15 人造卫星沿圆周轨道环绕地球运动, 因为大气阻力的作用, 其运动的高度将逐渐变化, 下述关于卫星运动的一些物理量的变化情况, 正确的是 (由于高度变化很慢, 在变化过程中的任一时刻, 仍可认为卫星满足圆周运动的规律) ().

- A. 线速度减小 B. 半径增大
C. 向心加速度增大 D. 周期增大

解 C. 假设轨道半径不变, 卫星受大气阻力作用使线速度减小, 因而需要的向心力

应减小,而提供的向心力(万有引力没变)大于需要的向心力,所以卫星将做向心运动,而使轨道半径逐渐减小,引力对卫星做正功(大于阻力做负功,所以 v 增大,而 T 减小,故A、B、D均不正确,由于向心加速度 $a=\frac{F}{m}=\frac{GM}{r^2}$, r 减小,所以 a 增大,只有选项C正确。

如图所示,大小相等,质量不一定相等的A、B、C三只小球排列在光滑水平面上,未碰撞前A、B、C三只小球的动量(以 $\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 为单位)分别是8、-13、-5,在三只小球沿一直线发生了一次相互碰撞的过程中,A、B两球受到的冲量(以 $\text{N}\cdot\text{s}$ 为单位)分别为-9、1,则C球对B球的冲量及C碰撞后动量大小分别为()。



- A. -1,3 B. -8,3 C. 10,4 D. -10,4

解 B. $I_{AB} = -I_{BA} = 9$, $I_B = I_{AB} + I_{CB}$, $\therefore I_{CB} = I_B - I_{AB} = 1 - 9 = -8$, $I_{BC} = -I_{CB} = 8$, 而 $I_{BC} = p'_C - p_C$, $\therefore p'_C = p_C + I_{BC} = -5 + 8 = 3$ 。

甲、乙两球在水平光滑轨道上向同一方向运动,已知它们的动量分别是 $p_1 = 5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$, $p_2 = 7 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$,甲从后面追上乙并发生碰撞,碰后乙球的动量变为 $10 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$,则二球质量 m_1 和 m_2 间的关系可能是下面的()。

- A. $m_2 = m_1$ B. $m_2 = 2m_1$ C. $m_2 = 4m_1$ D. $m_2 = 6m_1$

解 C.

应用碰撞中的动量守恒得: $p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$, $\therefore p'_1 = 2 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$ 。

(1)由碰撞前后系统的总动能关系 $E_K \geq E'_K$,得: $\frac{p_1^2}{2m_1} + \frac{p_2^2}{2m_2} \geq \frac{p'^2_1}{2m_1} + \frac{p'^2_2}{2m_2}$, $\frac{25}{m_1} + \frac{49}{m_2} \geq \frac{4}{m_1} + \frac{100}{m_2}$,得: $m_2 \geq \frac{51}{21}m_1$ 。

(2)又碰后,甲、乙朝同一方向运动,且是甲碰乙,有 $v'_1 \leq v'_2$,得 $\frac{2}{m_1} \leq \frac{10}{m_2}$,得: $m_2 \leq 5m_1$ 。

由(1)、(2)可知,C选项正确。

在光滑水平面上,动能为 E_0 ,动量大小为 p_0 的小钢球1与静止小钢球2发生碰撞,碰撞前后球1的运动方向相反,将碰撞后球1的动能和动量的大小分别记为 E_1 、 p_1 ,球2的动能和动量的大小分别记为 E_2 、 p_2 ,则必有()。

- A. $E_1 < E_0$ B. $p_1 < p_0$ C. $E_2 > E_0$ D. $p_2 > p_0$

解 A、B、D. 根据能的转化和守恒定律知: $E_1 + E_2 \leq E_0$,故A正确,C错误。由 $E = p^2 / 2m$ 知, $p_1 < p_0$,答案B正确,又根据动量守恒定律,有 $p_0 = -p_1 + p_2$ 易知 $p_2 > p_0$,答案D正确。

一架自动扶梯以恒定的速率 v_1 运送乘客上同一层楼,某乘客第一次站在扶梯上不动,第二次以相对于扶梯的速率 v_2 沿扶梯匀速上走,两次扶梯运客所做的功分别为 W_1 和 W_2 ,牵引力的功率分别为 P_1 和 P_2 ,则()。

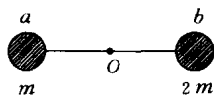
- A. $W_1 < W_2$, $P_1 < P_2$ B. $W_1 < W_2$, $P_1 = P_2$

C. $W_1 = W_2, P_1 < P_2$

D. $W_1 > W_2, P_1 = P_2$

解 D. 由功能关系知,第一次扶梯做功 W_1 等于乘客增加的势能,即 $W_1 = mgh$,第二次做功 W_2 应等于乘客增加的势能减去乘客消耗的能量,故 $W_1 > W_2$,对扶梯而言, F, v 不变,故牵引力的功率保持不变.

例 4 如图所示,在两个质量分别为 m 和 $2m$ 的小球 a, b 间,用一根长为 l 的轻杆连接,两小球可绕杆的中点 O 无摩擦地转动,现使杆由水平位置无初速地释放,在杆转至竖直位置的过程中().



A. b 球的重力势能减少,动能增加,机械能守恒

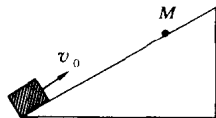
B. 杆对 a 球的弹力对 a 球做正功

C. a 球的机械能增加

D. a 球和 b 球组成的系统,总机械能守恒

解 B、C、D. a, b 两球组成的系统只有重力做功,故系统总机械能守恒, a 球向上运动,动能和势能均增大,说明杆对 a 球的弹力做正功,因此,杆对 b 球的弹力做负功. b 球的势能减少,机械能减少,但动能是增加的,故 B、C、D 正确.

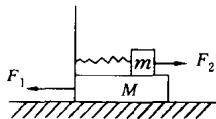
例 5 如图所示,物体以 100 J 的初动能从斜面的底端向上运动,当它通过斜面上的 M 点时,其动能减少 80 J ,机械能减少 32 J ,如果物体能从斜面上返回底端,则物体到达底端时的动能为().



A. 20 J B. 48 J C. 60 J D. 68 J

解 A. 由功能关系可知,合外力对物体做的总功等于物体动能的增量,重力做功等于物体重力势能的变化,除重力(弹簧弹力)外其他力做功等于系统机械能的变化. 因此,物体到 M 点时,动能减少 80 J ,说明合外力做了 80 J 的负功,机械能减少了 32 J ,说明滑动摩擦力做了 32 J 的负功,由前面的分析可知重力做了 48 J 的负功,又各力均为恒力,有各力在斜面方向上大小关系为 $F_{\text{合}} : f : G_1 = 5 : 2 : 3$,则到最高点时,物体动能减少 100 J ,说明合外力做负功 100 J . 其中滑动摩擦力做负功 40 J ,重力做负功 60 J ,回到底端时滑动摩擦力又做负功 40 J ,往复重力做功为零,故机械能损失 80 J . 此时动能应为 20 J ,故选项 A 正确.

例 6 如图所示,小木块与长木板之间光滑, M 置于光滑水平面上,一轻质弹簧左端固定在 M 的左端,右端与 m 连接,开始时 m 和 M 都静止,现同时对 m, M 施加等大反向的水平恒力 F_1, F_2 ,从两物体开始运动以后的整个过程中,对 m, M 弹簧组成的系统,正确的说法是(整个过程中弹簧不超过其弹性限度)().



A. 由于 F_1 和 F_2 分别对 m, M 做正功,故系统的机械能不断增加

B. 由于 F_1 、 F_2 等大反向,故系统的动量守恒

C. 当弹簧有最大伸长量时, m 、 M 的速度为零,系统具有机械能最大

D. 当弹簧弹力的大小与拉力 F_1 、 F_2 的大小相等时, m 、 M 的动能最大

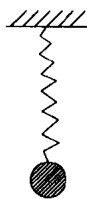
解 B、C、D. 先将原图简化成如下模型.



因为 F_1 、 F_2 等大反向,对 m 和 M 以及弹簧组成的系统,所受合外力为零,所以系统动量守恒,当弹簧的弹力

由零增大到与 F_1 、 F_2 等大的过程中, m 、 M 一直做加速运动,此后做减速运动到弹簧伸长量最大时,速度为零,从开始运动到弹簧伸长量最大过程中, F_1 、 F_2 对系统做正功,机械能增大, m 、 M 从弹簧最大伸长量状态开始,做反向加速运动,克服 F_1 、 F_2 做功,机械能减少,且在弹簧的弹力减小到与 F_1 、 F_2 的大小相等时,有最大速度,由动量守恒定律可知,此时的最大速度与弹簧伸长到弹力与 F_1 、 F_2 的大小相等时的速度大小相等,由此可知选项 B、C、D 正确.

例 3 如图所示,由轻质弹簧悬挂小球处于静止状态,并取此位置的小球重力势能为零,现将小球向下拉一段距离(弹簧仍在弹性限度内),然后放手,此后小球在竖直方向上做简谐运动.(空气阻力不计)则下列说法中正确的是().



A. 小球的速度最大时,系统的势能为零

B. 小球的速度最大时,其重力势能与弹簧的弹性势能相等

C. 小球经平衡位置时,系统的势能最小

D. 小球振动过程中,系统的机械能守恒

解 C、D. 小球振动过程中,只有重力和弹簧弹力做功,系统的机械能守恒,平衡位置就是弹簧弹力等于重力的位置,小球经平衡位置时,回复力为零,动能最大,势能最小,重力势能为零,但弹簧弹性势能不为零,选项 C、D 正确.

例 4 质量相等的 A、B 两物体以同样大小的初速度从同一高度同时抛出,A 平抛,B 斜上抛,若不计空气阻力,那么可以判定().

A. 抛出后任一段时间,A 动量增量都比 B 大

B. 着地前任一时刻,A 动量都比 B 大

C. 通过同一高度它们的动量大小相等

D. 到达同一高度所需时间内它们所受冲量相等

解 B、C. 抛出后任一段时间内,重力的冲量都相等,根据动量定理,合外力的冲量等于物体动量的变化,故 A 动量的增量等于 B 动量的增量,着地前任一时刻,由于 A、B 同时抛出,两物体在竖直方向分速度相同,由于 A 的水平初速度大于 B 的水平初速度,由速度的矢量合成可知 $v_A > v_B$,得出 A 动量大于 B 动量,通过同一高度时,重力做功相同,A、B 动能增量相同,由于初动能相同,故 A、B 二者末动能相同,它们的动量大小相等,到达同一高度,它们运动的时间关系是 $t_A > t_B$,故 A 所受冲量大于 B 物体所受的冲量. 选项 B、