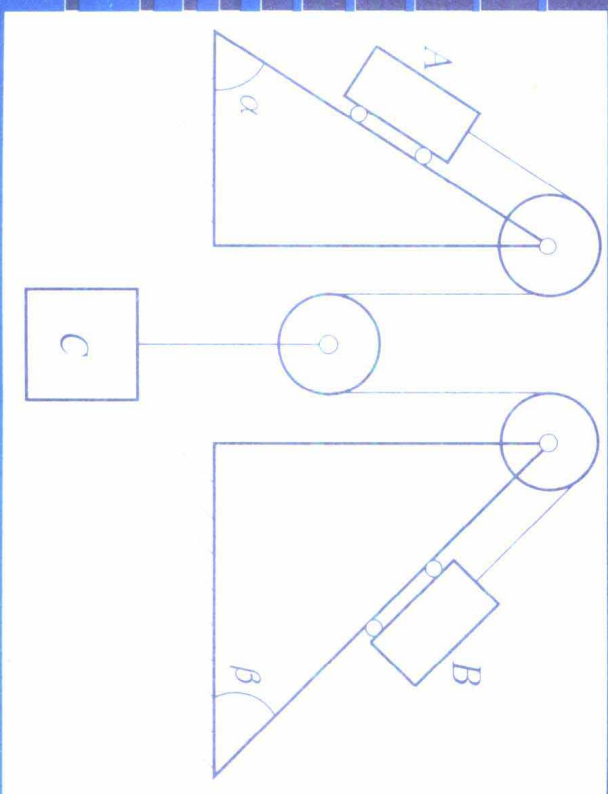


高等学校教学参考书

理论力学练习册

(动力学)

华中理工大学理论力学教研室 编



高等教育出版社

高等学校教学参考书

988132

理论力学练习册

(动力学)

华中理工大学理论力学教研室 编

高等教育出版社

(京) 112.号

图书在版编目 (CIP) 数据

理论力学练习册：动力学/刘恩远，朱仕明主编；华中理工大学理论力学教研室编。—北京：高等教育出版社，1996
ISBN 7-04-005665-8

I. 理… II. ①刘… ②朱… ③华… III. ①理论力学-习题 ②动力学-习题 IV. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 19551 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码：100009 传真：4014048 电话：4054588

新华书店总店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 250 000

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷

印数 0001—5 100

定价 8.30 元

凡购买高等教育出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题者，请与当地图书销售部门联系调换。

版权所有，不得翻印

031
0263
2

内 容 简 介

本《理论力学练习册》包括静力学、运动学、动力学三部分内容。每部分中章节的设置与理论力学教材中章节的安排基本对应,少数章节作了适当调整。根据各章节的具体情况分别选用了概念题、思考与判断题、基本练习题、选作题及综合题等题型。

在本练习册中加设了分步引导、提示或提出限制方程数、一题多解等各种不同要求,适合于在学习理论力学的过程中习作。概念题、思考与判断题可作为课后复习之参考。选作题及综合题均可供教师及学生灵活选用。

本《练习册》适用于各种层次的理论力学教学,同时也可作为研究生入学考试前复习参考。
《理论力学练习册》由刘恩远、朱仕明主编。

目 录

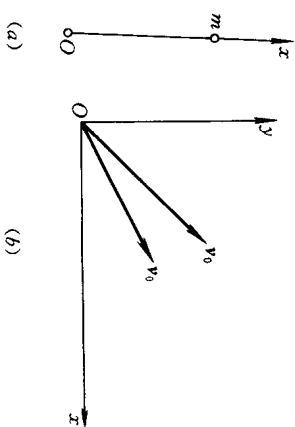
第一章 质点运动微分方程	
概念题	1
题 1-1	3
题 1-2~1-9	3
第二章 动量定理	
概念题	7
题 2-1	10
题 2-2~2-11	10
第三章 动量矩定理	
概念题	15
题 3-1~3-2	17
题 3-3~3-14	17
第四章 动能定理	
基本计算题	27
题 4-1~4-2	31
题 4-3~4-8	35
题 4-9~4-15	35
第五章 动静法	
思考题	41
题 5-1~5-5	41
练习题	43
题 5-6~5-13	47
题 5-14~5-19	47
第六章 虚位移原理	
概念题	50
题 6-1~6-3	54
题 6-4~6-12	54
第七章 拉格朗日方程	
概念题	59
题 7-1~7-2	60
题 7-3~7-12	60
第八章 碰撞	
概念题	68
题 8-1~8-2	68
题 8-3~8-8	72
第九章 机械振动	
概念题	73
题 9-1~9-2	73
题 9-3~9-12	73

第一章 质点运动微分方程

概念题

1-1 选择填空

1. 同一速率的同一汽车对于桥的压力最大是： ()
①驶过凸桥；②驶过凹桥；③驶过平桥。
2. 对不同惯性系，质点的加速度、速度关系为： ()
①加速度、速度相同；②加速度、速度不相同；③加速度相同、速度差一常量；④加速度相同、速度差一常量。
3. 在介质中上抛一质量为 m 的小球，如图 a 所示。已知小球所受阻力 $R = -kv$ ，坐标选择如图所示，则其上升段与下降段小球的运动微分方程是：
上升段： ()
下降段： ()
① $m\ddot{x} = -mg - k\dot{x}$ ； ② $m\ddot{x} = -mg + k\dot{x}$ ；
③ $-m\ddot{x} = -mg - k\dot{x}$ ； ④ $-m\ddot{x} = -mg + k\dot{x}$ 。



题 1-1 图

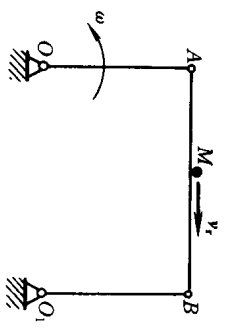
4. 自同一地点，以相同大小的初速度 v_0 斜抛两质量相同的小球，如图 b 所示。对所选定的坐标系 Oxy ，则两小球的运动微分方程、运动初始条件、落地速度的大小和方向是： ()
① 运动微分方程和初始条件不同，落地速度大小和方向相同；
② 运动微分方程相同，初始条件不同，落地速度大小相同，速度方向不同；
③ 运动微分方程和初始条件相同，落地速度大小和方向不同；
④ 运动微分方程和初始条件不同，落地速度大小相同，速度方向不同。

质 点 运 动 微 分 方 程

班级 _____ 姓名 _____

5. 图 c 所示 $OA=O_1B$, $AB=OO_1$, AO 杆绕通过 O 点的水平轴以匀角速度 ω 转动。质量为 m 的质点以相对速度 v_r 沿 AB 杆运动, 则该质点的牵连惯性力的方向是 ()。

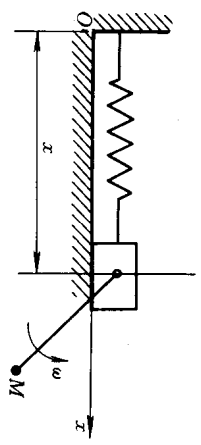
- ①沿 OM 方向; ②沿 O_1M 方向; ③铅垂向上; ④铅垂向下。



题 1-1 图 (c)

6. 图 d 所示滑块的运动方程为 $x = B \cos \omega t$, 质量为 m 的质点 M 相对于滑块作圆周运动, 当 $0 < \omega t < \frac{\pi}{2}$ 时, 则质点 M 的牵连惯性力的大小是 (), 方向是 ()。

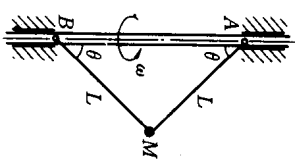
- 大小: ① $G_e = B\omega^2 \cdot \cos \omega t \cdot m$; ② $G_e = -B\omega^2 \cdot \cos \omega t \cdot m$; ③ $G_e = B\omega^2 \cdot m$; ④ $G_e = m\ddot{x}$ 。
方向: ①水平向左; ②水平向右; ③沿切向和法向的反方向。



题 1-1 图 (d)

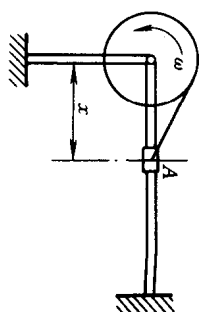
练习题

1-2 重 P 的小球 M 和两根刚杆 AM 、 BM 铰接。设两杆均长 L ， $AB=2b$ ，系统以匀角速度 ω 绕铅直轴 AB 转动。求两杆的拉力（杆的重量不计）。



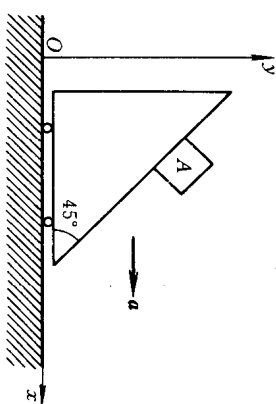
题 1-2 图

1-3 滑块 A 重 P ，被细绳牵引沿水平光滑杆滑动。绳绕在半径为 r 的鼓轮上，鼓轮以匀角速度 ω 转动。求绳的拉力 T 与距离 x 之间的关系。



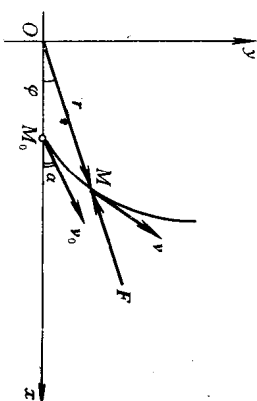
题 1-3 图

1-4 物块 A 重 P , 放置在以匀加速度 a 向右运动的斜面上, 如图所示。物块与斜面间静摩擦系数为 f , 斜面的倾角为 45° , 试求维持物块与斜面之间没有相对滑动时, 加速度 a 应为多大?



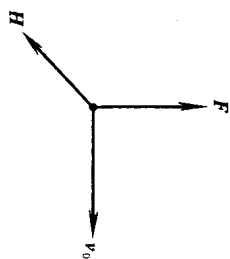
题 1-4 图

1-5 静止中心 O 以引力 $F = -k^2 m r$ 吸引质量为 m 的质点 M , 其中 K 是比例常数, $r = OM$ 是点 M 的矢径。运动开始时 $OM_0 = b$, 初速度是 v_0 并与 OM_0 成夹角 α , 求质点 M 的运动方程。



题 1-5 图

1-6 图示一质点带有负电荷 e ，其质量为 m ，以初速度 v_0 进入强度为 H 的均匀磁场中，该速度方向与磁场强度方向垂直。设已知作用于质点的力为 $F = -e(v \times H)$ ，试求质点的运动轨迹。(提示：解题时宜采用自然坐标形式的运动微分方程。)



题 1-6 图

1-7 图示船舶设计模型的质量为 $m = 10\text{kg}$ ，由实验知水的阻力与速度平方成正比，比例常数为 2，即 $R = 2v^2$ 。试求船舶模型由速度 2m/s 减到 1m/s 时所需的时间 t 及在此段时间内模型走过的路程 x 。

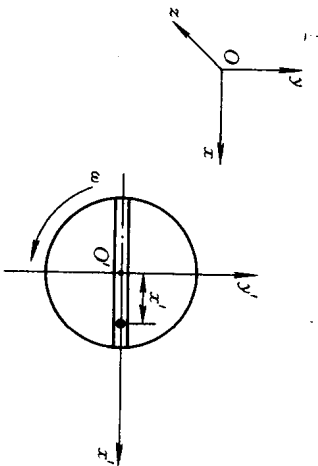


题 1-7 图

质 点 运 动 微 分 方 程

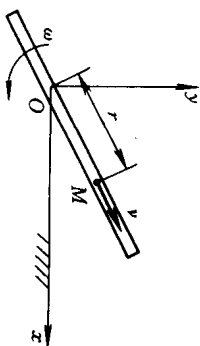
班级 _____ 姓名 _____

1-8 一圆盘在水平面 Oxy 内以匀角速度 ω 绕其中心轴 Oz 转动。沿盘的直径有一光滑槽，一质量为 m 的质点 M 在槽内运动。如质点在开始时与盘心的距离为 b ，其初速度等于零。求质点沿槽的相对运动规律及槽给质点的反作用力 N 。



题 1-8 图

1-9 细直管在水平面内以匀角速度 ω 绕管上一点 O 转动。小球可以在管中无摩擦地运动。在初始时 $t_0 = 0$ ，球离 O 的距离 $OM_0 = r_0$ 。试写出小球的相对运动微分方程，并求出通解。欲使球能以无限小的速度无限地接近轴心 O ，则小球相对于直管的初速度应满足什么条件？又小球相对于直管的运动规律是什么？



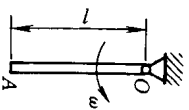
题 1-9 图

第二章 动量定理

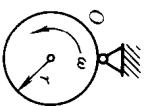
概念题

2-1 填空题

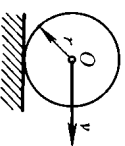
1. 图 a 所示各均质物体，质量均为 m ，其动量的大小为：



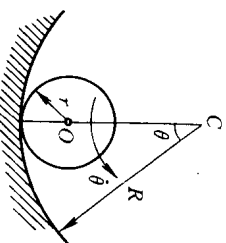
(1)



(2)



(3)



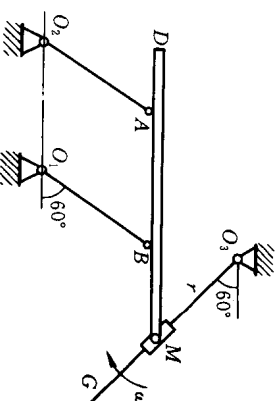
(4)

题 2-1 图 (a)

(1) $p =$
(3) $p =$

(2) $p =$
(4) $p =$

2. 已知 $O_2A \parallel BO_1$, $O_3M = r$, O_3G 杆绕 O_3 转动的角速度为 ω , 求 MD 杆的动量 (图 b)。 (均质杆 MD 的质量为 m)

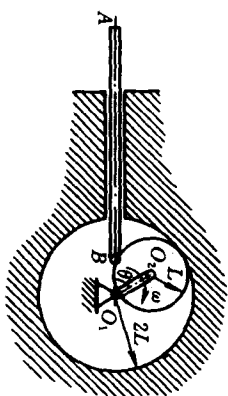


题 2-1 图 (b)

动 量 定 理

班级 _____ 姓名 _____

3. 如图 c 所示, 曲柄 O_1O_2 质量为 m_1 , 长为 L , 角速度为 ω 。小齿轮质量为 m_2 , 半径为 L , 在半径为 $2L$ 的固定内齿轮内滚动。导杆 AB 质量为 m_3 , 在水平槽内滑动。求此机构在图示位置时的动量。

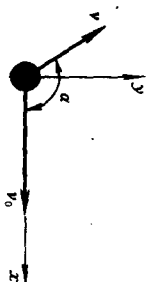


题 2-1 图 (c)

4. 棒球的质量为 $m=0.14\text{kg}$, 以速度 $v_0=50\text{m/s}$ 向右水平方向运动, 如图 d 所示。在它被球棒打击后速度方向改变, 与 v_0 成 $\alpha=135^\circ$ 角 (向左朝上), 速度大小降至 $v=40\text{m/s}$, 试计算球棒作用于球的冲量的水平及铅垂分量各多少?

$$S_x =$$

$$S_y =$$

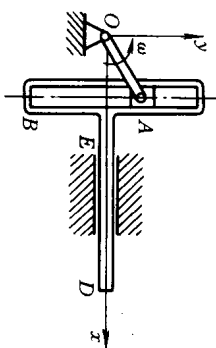


题 2-1 图 (d)

动 量 定 理

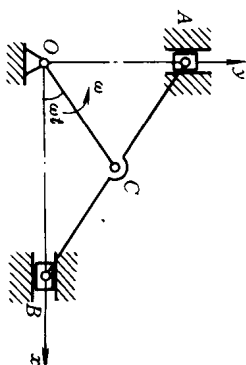
班级 _____ 姓名 _____

5. 在图 e 所示曲柄机构中, 曲柄以匀角速度 ω 绕 O 轴转动。开始时, 曲柄 OA 的位置水平向右。已知曲柄质量为 m_1 , 滑块 A 质量为 m_2 , 滑杆质量为 m_3 , 曲柄的质心在 OA 的中点, $OA=L$, 滑杆的质心 E 至滑槽 AB 的距离为 $L/2$ 。求此机构质量中心的运动方程。



题 2-1 图 (e)

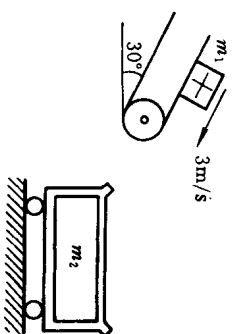
6. 椭圆规尺 AB 的重量为 $2P$, 曲柄 OC 的重量为 P , 滑块 A 、 B 的重量均为 Q 。已知 $OC=AC=CB=L$, 直尺与曲柄均可视为均质杆, 滑块可视为质点。求当曲柄以匀角速度 ω 转动时, 此椭圆机构质量中心的运动方程和轨迹。



题 2-1 图 (f)

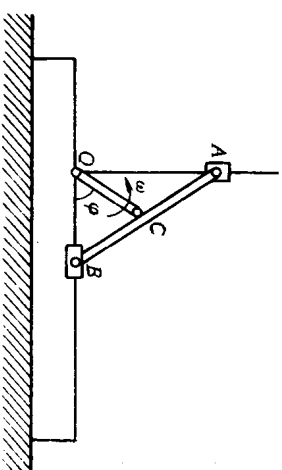
练习题

2-2 设一质量 $m_1 = 10\text{kg}$ 的邮包从传送带上以速度 $v_1 = 3\text{m/s}$ 沿斜面落入一小车内, 如图所示, 已知车的质量 $m_2 = 50\text{kg}$ 原处于静止, 不计车与地面间的摩擦, 求 (1) 邮包落入车后车的速度。(2) 设邮包与车相撞时间 $t = 0.3\text{s}$, 求地面所受的平均压力。



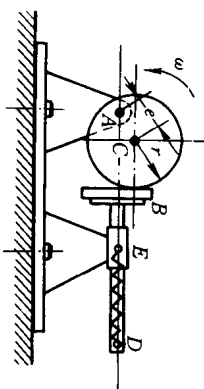
题 2-2 图

2-3 椭圆规连接在置于光滑水平面上的底座上, 底座重 G , 曲柄 OC 重 P , 规尺 AB 重 $2P$, 滑块 A 、 B 各重 G_1 , $OC = AC = BC = L$, 曲柄以匀角速度 ω 转动, 且 $t = 0$ 时, $\phi = 0$, 底座的速度 $v_0 = 0$ 。求曲柄 OC 动至任意位置 ϕ 时底座的速度 v 。已知曲柄和规尺都是均质的, 底座不会跳离水平面。



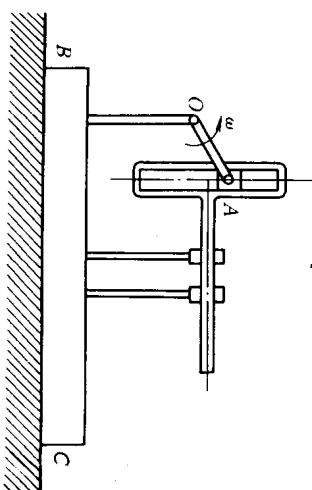
题 2-3 图

2-4 图示凸轮机构中,半径为 r 偏心距为 e 的圆形凸轮,绕轴 A 以匀角速度 ω 转动,并带动滑杆 BD 在套筒 E 中作水平方向的往复运动。已知凸轮重 P ,滑杆重 G ,求任一瞬时机座与螺钉的附加动反力。



题 2-4 图

2-5 曲柄滑道机构连在重 G 的底座 BC 上,底座放在光滑水平面上。均质曲柄 OA 重 P_1 ,长 L ,滑块 A 重 P_2 ,滑道重 P_3 。(1)当内力驱使曲柄从一个水平位置转到另一个水平位置时,求底座 BC 的位移。(2)如果底座被突台嵌住,而曲柄 OA 以匀角速度 ω 转动,求底座对突台的最大水平压力。



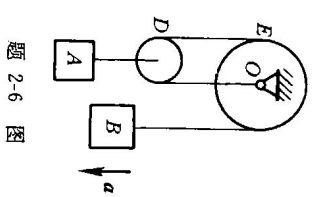
题 2-5 图

动 量 定 理

班级_____姓名_____

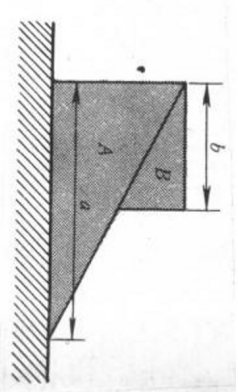
2-6 质量为 m_1 的物体 A, 借滑轮装置和质量为 m_2 的物体 B 来提升。滑轮 D 和 E 的质量分别是 m_3 和 m_4 , 质心都在轴上。物体 B 以加速度 a 下降, 试求定滑轮 E 的轴承反力。绳索质量与摩擦都忽略不计。

(取整体为研究对象, 画受力图。)



题 2-6 图

2-7 图示水平面上放一均质三棱柱 A, 在其斜面上又放一均质三棱柱 B。两三棱柱的横截面均为直角三角形, 三棱柱 A 的质量为三棱柱 B 的质量的三倍, 其尺寸如图所示。设各处摩擦不计, 求当三棱柱 B 沿三棱柱 A 滑下接触到水平面时, 三棱柱 A 移动的距离。



题 2-7 图