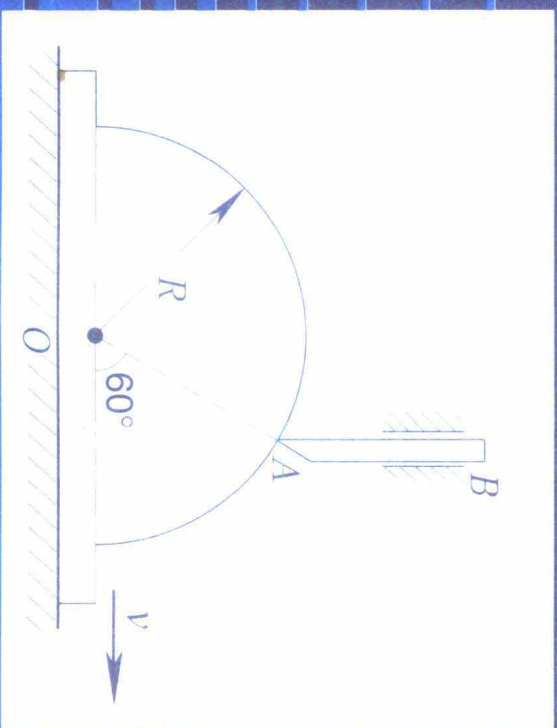


高等学校教学参考书

理论力学练习册

(运动学)

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

理论力学练习册

(运动学)

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: 运动学/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 7-04-005664-X

I. 理… I. ①刘… ②朱… ③华… II. ①理论力学-习题 ②运动学-习题 N. 031

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 19550 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 5.5 字数 130 000

1996 年 4 月第 1 版 1996 年 4 月第 1 次印刷

印数 0001—4 100

定价 5.00 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

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。

在基本练习题中加设了分步引导、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 点的运动	
概念题	1
题 1-1~1-2	
练习题	2
题 1-3~1-7	
第二章 刚体的基本运动	
概念题	5
题 2-1~2-2	
练习题	6
题 2-3~2-6	
选作题	8
题 2-7~2-8	
第三章 点的复合运动	
概念题	9
题 3-1~3-2	
练习题	13
题 3-3~3-14	
综合练习题	21
题 3-15~3-20	
第四章 刚体的平面运动	
概念题	27
题 4-1~4-2	
练习题	28
题 4-3~4-16	
综合练习题	36
题 4-17~4-22	

第一章 点的运动

概念题

1-1 选择题

1. 点作直线运动, 方程为 $x=12-t^3$ (x 以 mm 计, t 以 s 计) 可算出点在 3 秒钟经过的路程为 ()。

(1) 300mm; (2) 150mm; (3) 270mm。

2. 图示 M 点作圆周运动, 运动方程为 $s=\frac{\pi R}{2}t^2$ (s 以 mm, t 以 s 计), 当第一次到达 y 坐标最大值时, 点的加速度在 x, y 轴上的投影分别为 ()。

(1) $a_x=\pi R$,

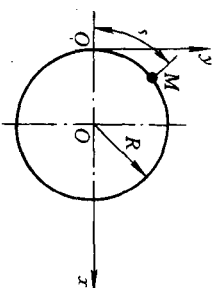
$a_y=2\pi^2 R$;

(2) $a_x=-\pi R$,

$a_y=\pi^2 R$;

(3) $a_x=\pi R$,

$a_y=-\pi^2 R$ 。



3. 动点的运动方程若以弧坐标表示为

$s=f(t)$, 在某一瞬时沿坐标的正向运动, 但越来越慢, 则 ()。

(1) $\frac{ds}{dt}<0$, $\frac{d^2s}{dt^2}<0$;

(2) $\frac{ds}{dt}>0$, $\frac{d^2s}{dt^2}>0$;

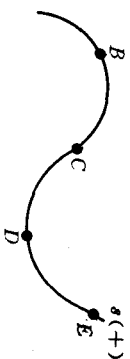
(3) $\frac{ds}{dt}<0$, $\frac{d^2s}{dt^2}>0$;

(4) $\frac{ds}{dt}>0$, $\frac{d^2s}{dt^2}<0$ 。

题 1-1 图

1-2 填空题

1. 动点的运动方程以直角坐标表示为: $x=t^2+1$, $y=2t^2$ (x, y 以 mm 计), 则 $t=1s$ 时, 全加速度为 (), 此时动点所处位置的曲率半径为 ()。
2. 动点在运动过程中, 当切向加速度等于零, 则动点做 () 运动。当法向加速度等于零, 则动点作 () 运动。当动点的全加速度等于零, 则动点作 () 运动。当点沿图示轨迹运动, 请按下列条件标出各点的全加速度 a 。
- (1) 动点在 B 点附近沿弧坐标正向运动, 速度越来越大。
- (2) 动点在 C 点 (拐点) 沿弧坐标正向运动, 速度大小没有变化。
- (3) 动点在 D 点附近沿弧坐标正向匀速运动。
- (4) 动点在沿弧坐标正向减速接近 E 点, 到达 E 点速度恰好为零, 并开始向反向运动。



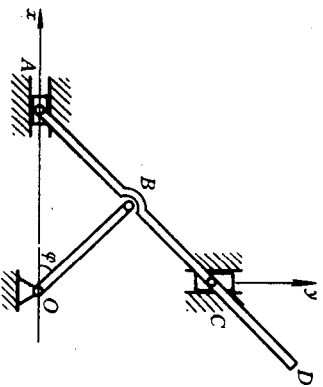
题 1-2 图

点的运动

班级 _____ 姓名 _____

练习题

1-3 曲柄 OB 的转动规律为 $\phi = 2t$ ，它带动杆 AD ，使杆 AD 上的点 A 沿水平轴 Ox 运动， C 点沿铅直轴 Oy 运动。如 $AB = OB = BC = CD = 0.12\text{m}$ ，求当 $\phi = 45^\circ$ 时杆上 D 点的速度，并求 D 点的轨迹方程。



题 1-3 图

1-4 点的运动方程用直角坐标表示为： $x = 5\sin 5t^2$ ， $y = 5\cos 5t^2$ ，如改用弧坐标描述点的运动方程，自运动开始位置计算弧长，求点的弧坐标形式的运动方程。

点的运动

班级_____ 姓名_____

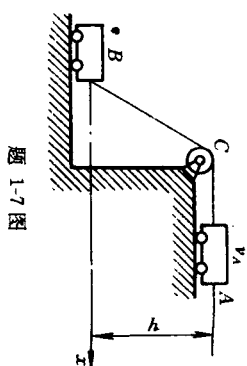
1-5 点 M 的运动方程为 $x=t^2$, $y=t^3$, (x, y 以 mm 计, t 以 s 计), 试求 M 在 $(1, 1)$ 处的曲率半径。

1-6 点沿一平面上的曲线轨迹运动, 其速度在 Y 轴上的投影为常数 c , 试证明加速度值 $a = \frac{v^3}{c\rho}$, (v 为速度, ρ 为曲率半径)。

点的运动

班级 _____ 姓名 _____

1-7 小车 A 与 B 以绳索相连, 如图所示。 A 车高出 B 车 1.5m , 令小车 A 以 $v_A = 0.4\text{m/s}$ 匀速运动拉动 B 车, 开始时 $BC = L_0 = 4.5\text{m}$, 求 5s 后小车 B 的速度与加速度 (滑轮尺寸不计)。



题 1-7 图

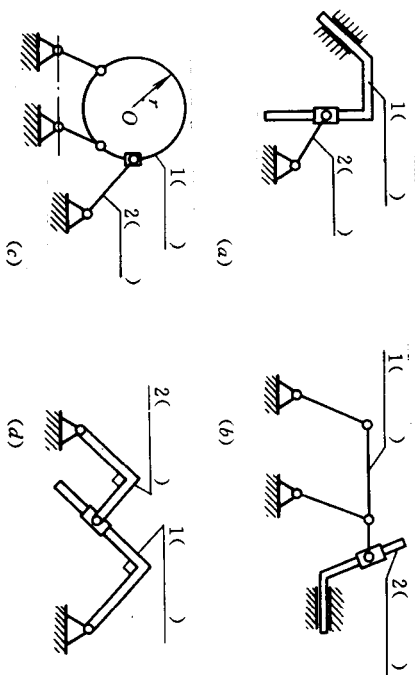
点的运动

班级_____ 姓名_____

第二章 刚体的基本运动

概念题

2-1 指出题图所示机构中, 1、2 号刚体各作什么形式的运动 (答案填在括号内)。



题 2-1 图

2-2 是非题 (对的在括号内画“√”, 错的画“×”)

1. 某瞬时平动刚体上各点速度大小相等而方向可以不同。 ()
2. 定轴转动刚体, 转动轴不能在外形轮廓之外。 ()
3. 定轴转动刚体上与转动轴平行的直线, 其上各点的速度均相等。 ()
4. 平动刚体其上各点的轨迹一定是直线。 ()
5. 定轴转动刚体的角速度 ω , 角加速度 α , 其上各点的速度与转动半径垂直, 各点加速度与转动半径的夹角为: ()

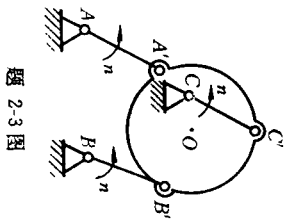
$$\theta = \arctg \frac{|\alpha|}{\omega^2} \quad ()$$

刚 体 的 基 本 运 动

班级 _____ 姓名 _____

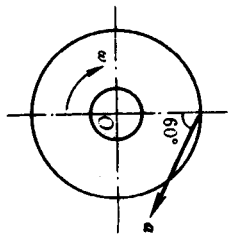
练习题

2-3 揉茶桶由三个互相平行的曲柄来带动， ABC 和 $A'B'C'$ 为两个等边三角形。已知每一曲柄长均为 $r=0.15\text{m}$ ，且都以匀速 $n=45\text{r/min}$ 分别绕 A 、 A' 、 C 轴转动，求揉茶桶中心 O 的轨迹、速度和加速度（要求在图上标出 O 点速度、加速度方向）。



题 2-3 图

2-4 某飞轮绕固定轴 O 转动，在转动过程中，其轮缘上任一点的加速度与轮半径的交角恒为 60° 。当转动开始时其转角 ϕ_0 等于零，其角速度为 ω_0 ，求飞轮的转动方程，以及角速度和转角间的关系。

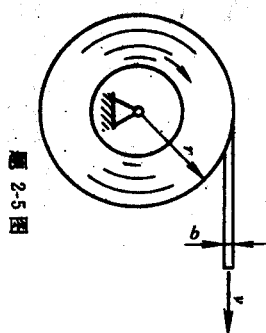


题 2-4 图

刚体的基本运动

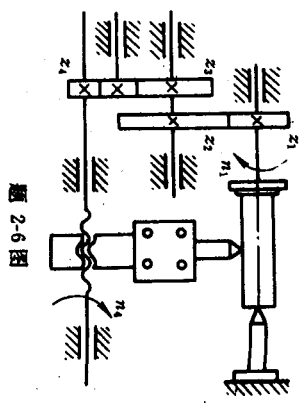
班级_____ 姓名_____

2-5 图示为连续印刷过程，纸(厚 b) 以匀速 v 水平输送，试以纸盘的半径 r 表示纸盘的角加速度 α ?



题 2-5 图

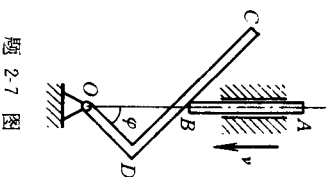
2-6 图为车床走刀机构示意图，已知齿轮的齿数分别为 $z_1 = 40$, $z_2 = 90$, $z_3 = 60$, $z_4 = 20$ ，主轴转速 $n_1 = 120 \text{ r/min}$ ，丝杆每转一圈，刀架移动一个螺距 $h = 6 \text{ mm}$ ，求走刀速度?



题 2-6 图

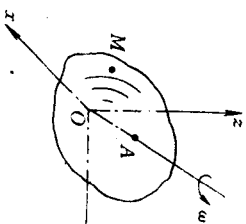
选作题

2-7 杆 AB 以匀速 v 沿铅直导轨向下运动, 其一端 B 靠在直角杠杆 CDO 的 CD 边上, 因而使杆绕导轨轴线上一固定点 O 转动, 试求杠杆上一点 C 的速度和加速度大小。(表示为角 ϕ 的函数) 假定 $OD = a$, $CD = 2a$ 。



题 2-7 图

2-8 直角坐标系固定不动, 已知某瞬时刚体以角速度 $\omega = 18 \text{ rad/s}$ 绕过原点的 OA 轴转动, A 点的坐标为 $(10, 40, 80)$, 求此瞬时刚体上另一点 $M(20, -10, 10)$ 的速度 v_M 。



坐标单位: mm
题 2-8 图

刚体的基本运动

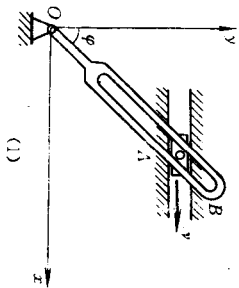
班级 _____ 姓名 _____

第三章 点的复合运动

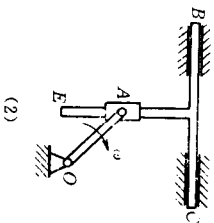
概念题

3-1 在下列各图示机构中，选取适当的动点及动参考系，分析三种运动；画出图示位置时三种速度矢量图。

(1) 动点：
动系：
绝对运动：
相对运动：
牵连运动：

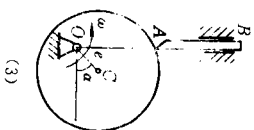


(2) 动点：
动系：
绝对运动：
相对运动：
牵连运动：

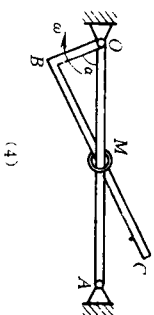


题 3-1 图 (a)

(3) 动点：
动系：
绝对运动：
相对运动：
牵连运动：



(4) 动点：
动系：
绝对运动：
相对运动：
牵连运动：

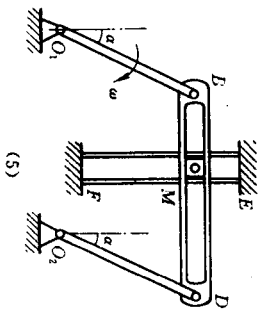


题 3-1 图 (b)

点的复合运动

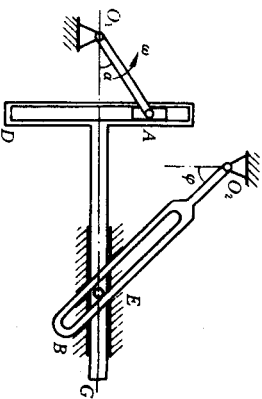
班级 _____ 姓名 _____

(5) 动点：
 动系：
 绝对运动：
 相对运动：
 牵连运动：



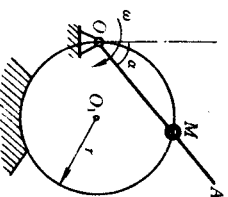
题 3-1 图 (c)

(6) 动点：
 动系：
 绝对运动：
 相对运动：
 牵连运动：



(6)

(7) 动点：
 动系：
 绝对运动：
 相对运动：
 牵连运动：



(7)

题 3-1 图 (d)

班级 _____ 姓名 _____

3-2 选择题 (请在正确答案的题号前画“√”。)

1. 在点的复合运动中, 有:

(1) 牵连运动是指动参考系相对于静参考系的运动;

(2) 牵连运动是指动系上在该瞬时与动点重合之点对静系的运动;

(3) 牵连速度和加速度是指动系相对于静系的运动速度和加速度;

(4) 牵连速度和加速度是指动系上在该瞬时与动点相重合之点对于静系运动的速度和加速度。

2. $a_e = \frac{dv_e}{dt}$ 和 $a_r = \frac{dv_r}{dt}$ 两式

(1) 只有当牵连运动为平动时成立;

(2) 只有当牵连运动为转动时成立;

(3) 无论牵连运动为平动或转动均成立;

(4) 无论牵连运动为平动或转动均不成立。

3. 在应用点的复合运动法进行加速度分析时, 若牵连运动为转动, 动系的角速度用 ω 表示, 动点的相对速度用 v_r 表示, 则在某瞬时

(1) 只要 $\omega \neq 0$, 动点在该瞬时的科氏加速度 a_c 就不会等于零;

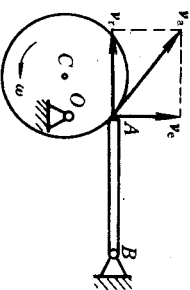
(2) 只要 $v_r \neq 0$, 动点在该瞬时就不会有 $a_c = 0$;

(3) 只要 $\omega \neq 0$, $v_r \neq 0$, 动点在该瞬时就不会有 $a_c = 0$

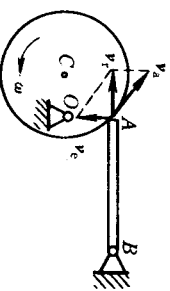
(4) $\omega \neq 0$, 且 $v_r \neq 0$, 动点在该瞬时也可能有 $a_c = 0$ 。

4. 在图 a 所示机构中, 圆盘以匀角速度 ω 绕 O 轴转动, 取 AB 杆上的 A 点为动点, 动系与圆盘固连, 则在图示位置时, 动点 A 的速度平行四边形为:

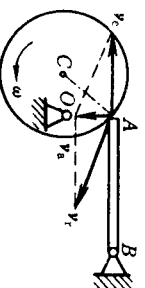
(1) 图 1 所示; (2) 图 2 所示; (3) 图 3 所示; (4) 图 4 所示。



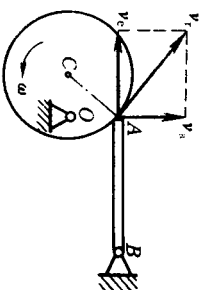
(1)



(2)



(3)

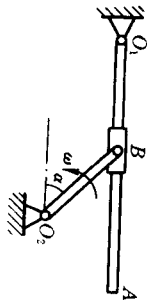


(4)

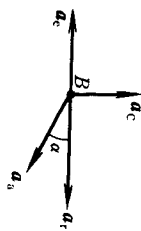
题 3-2 图 (a)

5. 在图 b 所示机构中, 杆 O_2B 以匀角速度 ω 绕 O_2 轴转动, 取 O_2B 上的 B 点为动点, 动系与 O_1A 固定, 则动点 B 在图示位置时的各项加速度可表示为:

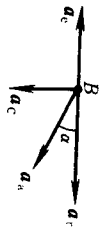
(1) 图 2 所示; (2) 图 3 所示; (3) 图 4 所示; (4) 图 5 所示。



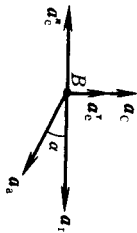
(1)



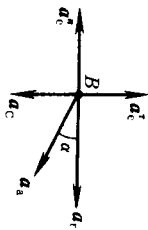
(2)



(3)



(4)



(5)

题 3-2 图 (b)

6. 图 c 所示曲柄滑道机构, 设 $OA=r$, 已知角速度与角加速度为 ω 和 α , 转向如图示。取 OA 上的 A 点为动点, 动系与 T 形构件固定。A 点的加速度矢量图如图示, 为求 a_r , a_e , 取坐标系 Axy , 根据加速度合成定理有:

$$(1) \quad a_a^2 \cos^2 \phi + a_s^2 \sin^2 \phi = a_e^2,$$

$$a_a^2 \cos^2 \phi - a_s^2 \sin^2 \phi = a_r^2;$$

$$(3) \quad a_a^2 \cos^2 \phi + a_s^2 \sin^2 \phi = -a_e,$$

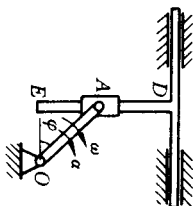
$$a_a^2 \cos^2 \phi - a_s^2 \sin^2 \phi = -a_r;$$

$$(2) \quad a_a^2 \cos^2 \phi + a_s^2 \sin^2 \phi = a_e,$$

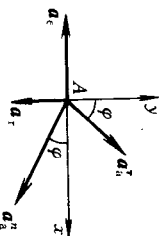
$$a_a^2 \cos^2 \phi + a_s^2 \sin^2 \phi = a_r;$$

$$(4) \quad a_a^2 \cos^2 \phi - a_s^2 \sin^2 \phi = -a_e,$$

$$a_a^2 \cos^2 \phi + a_s^2 \sin^2 \phi = -a_r.$$



题 3-2 图 (c)



点的复合运动

班级 _____ 姓名 _____