

北京航空航天大学 2006 年

硕士研究生入学考试试题 科目代码: 471

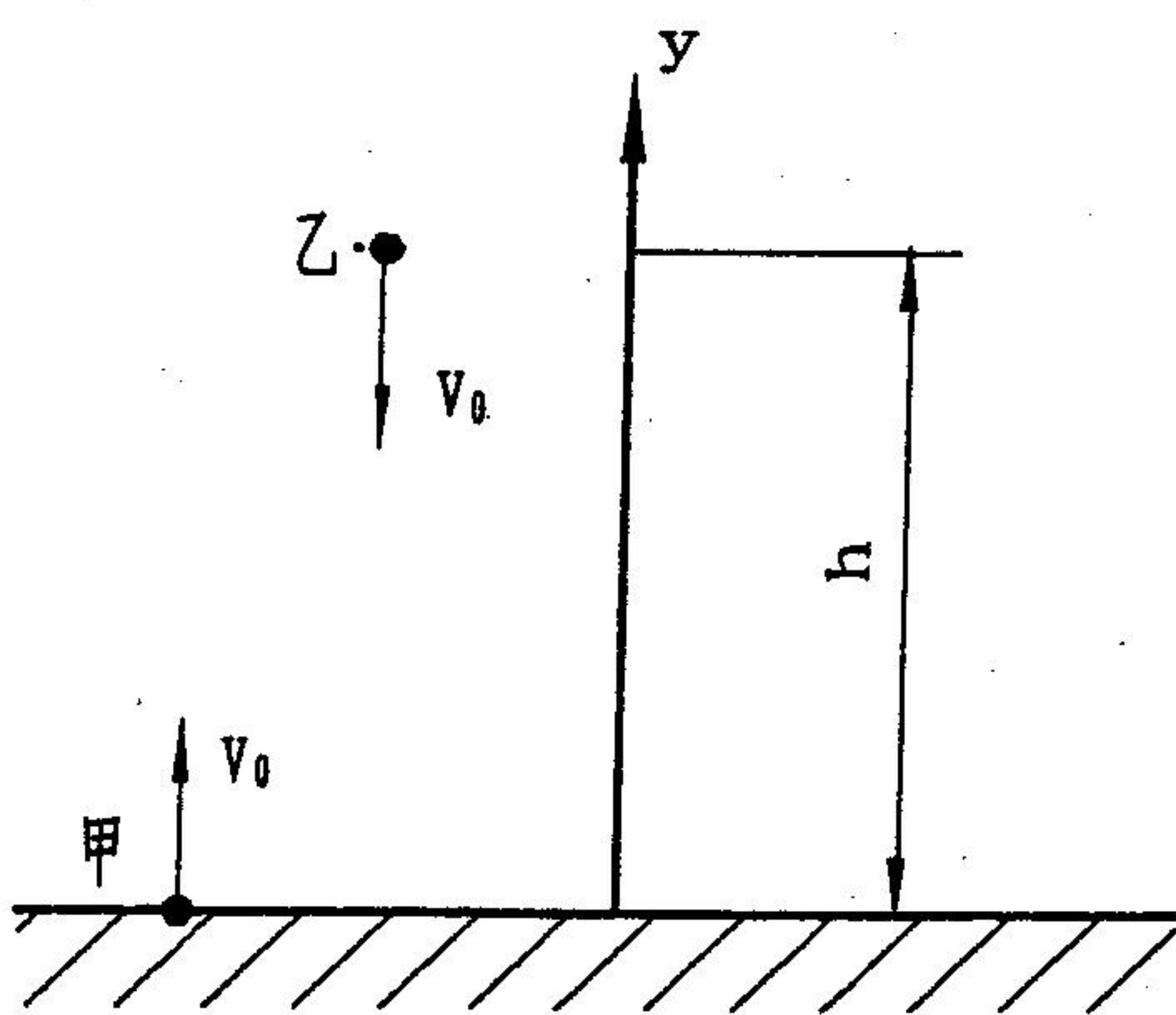
机械工程专业基础 (共 5 页)

考生注意: 所有答题务必写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

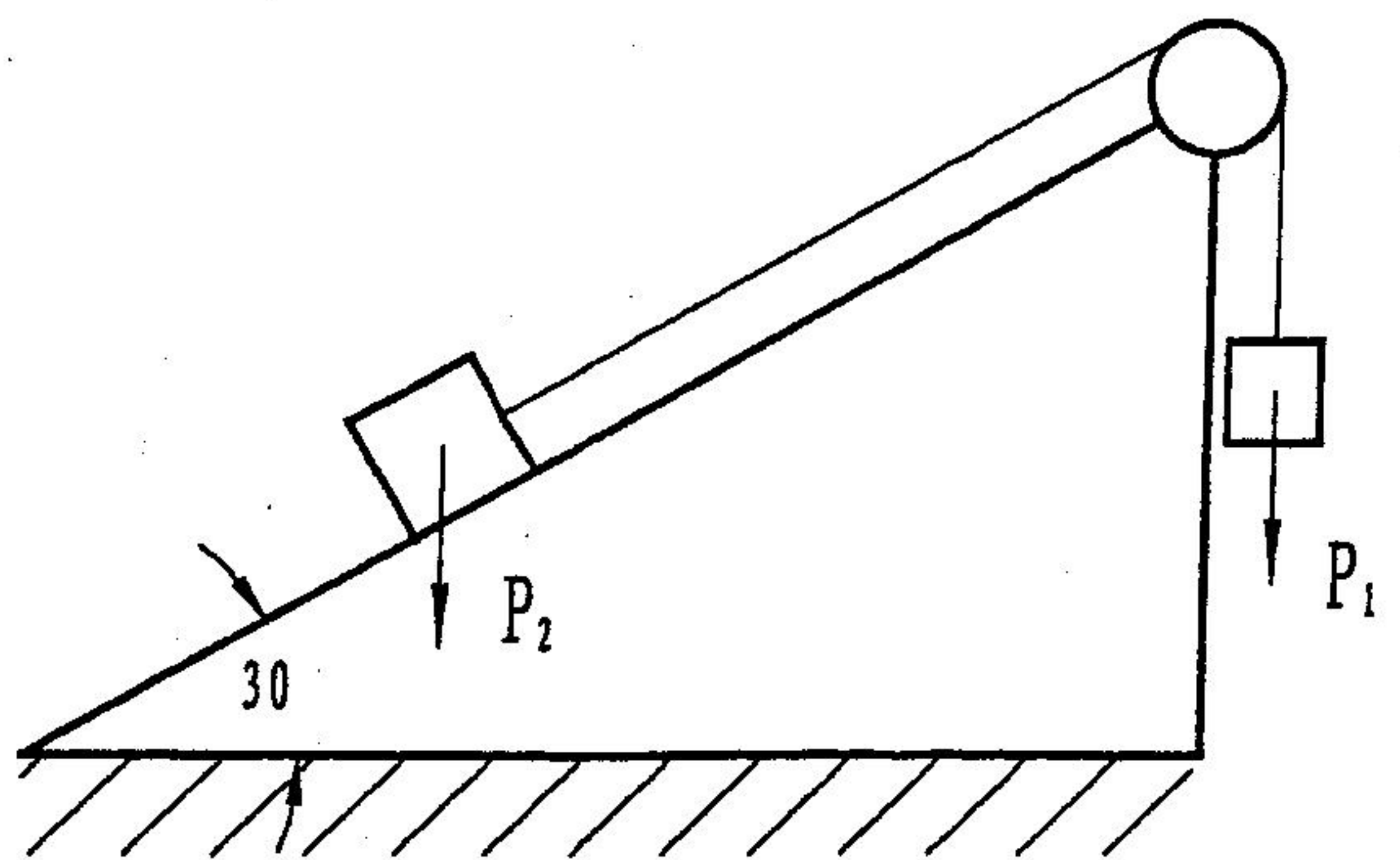
第一部分 理论力学部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 15 分) 如第一部分题一图所示, 甲质点由地面以初速度 v_0 竖直上抛, 乙质点由高为 h 处以初速度 v_0 竖直下抛。如选定竖直向上为 y 轴正方向, 试写出二质点运动的初始条件; 通过运动微分方程的求解, 得出二质点的运动方程。

二、(本题 10 分) 如第一部分题二图所示, 两物体重 P_1 和 P_2 , 联以轻绳后将绳跨过倾角为 30° 的光滑斜面顶端的滑轮, 使一物栖于斜面, 另一物悬空吊着。如 P_1 将 P_2 自斜面底端拖至斜面顶端所需之时间, 恰为 P_2 拖上 P_1 至顶端所需时间的一半, 求 P_2 与 P_1 之间的关系。



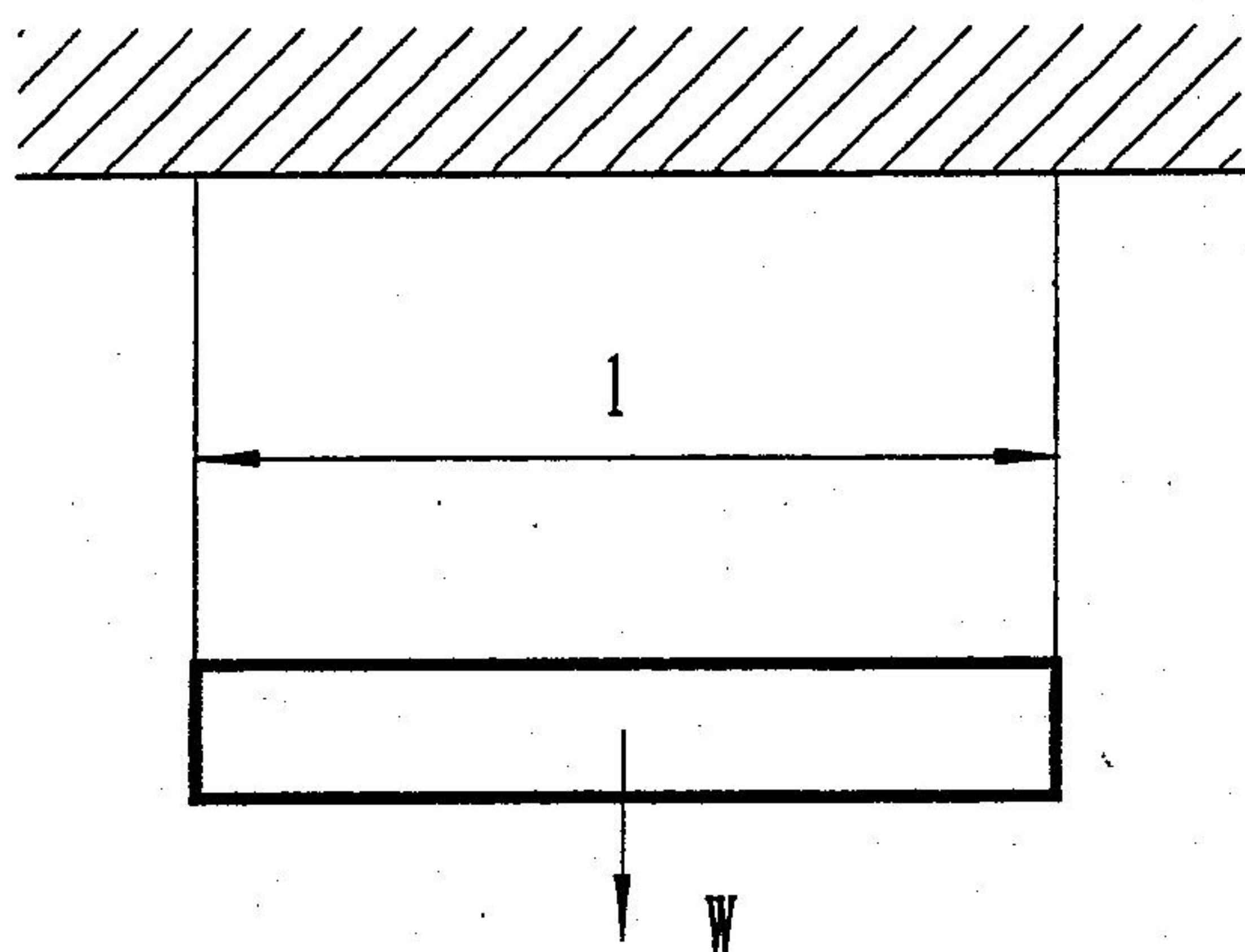
第一部分题一图



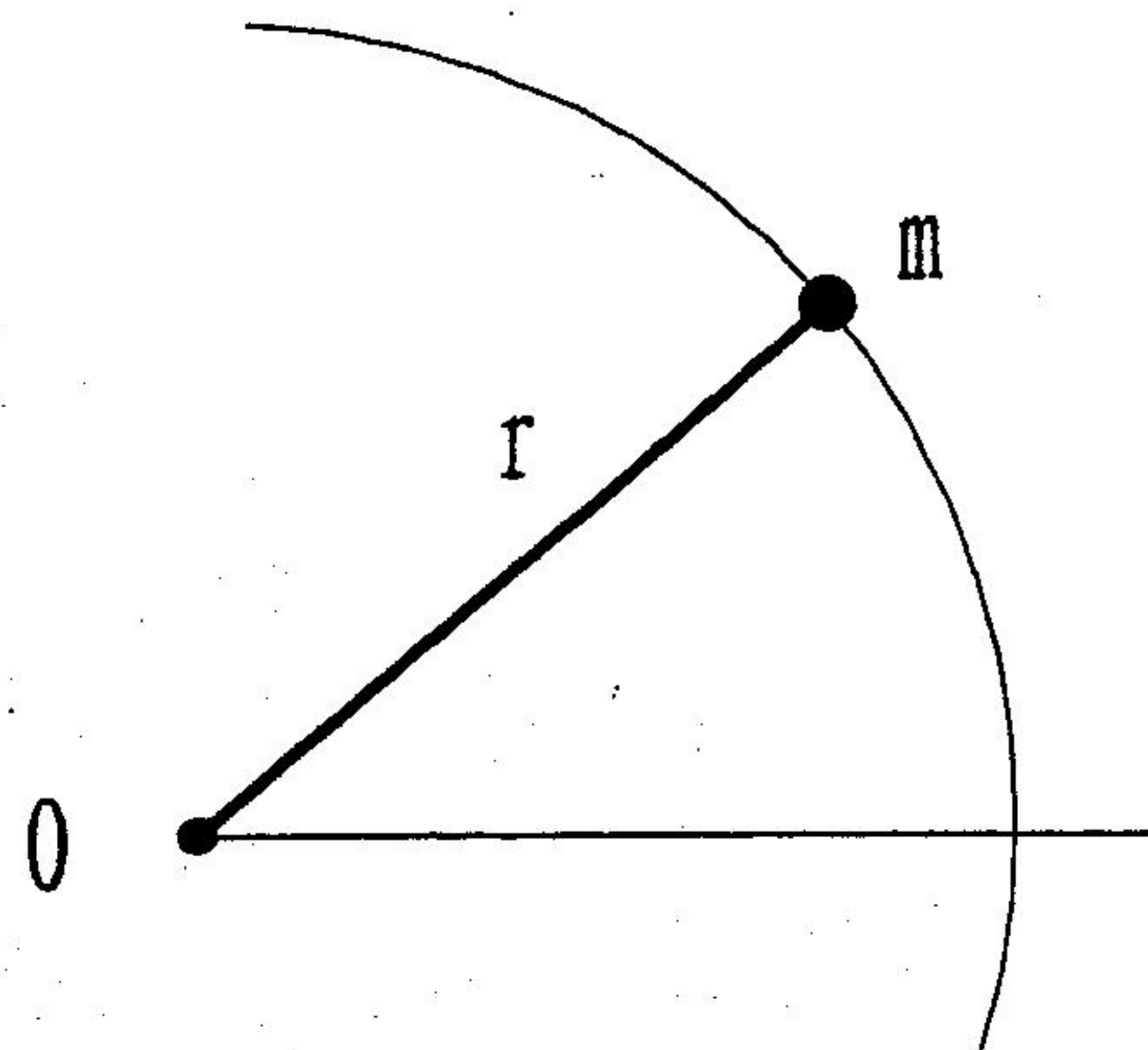
第一部分题二图

三、(本题 15 分) 如第一部分题三图所示, 均匀棒重为 W 、长为 l , 其两端悬于二平行绳上, 此时棒的位置为水平, 如果其中一绳断了, 求在此瞬间另一绳子中的张力 T' 。

四、(本题 10 分) 如第一部分题四图所示, 一端固定在 O 点的弹性绳 (长度 r 不变) 的另一端系住一质量为 m 的质点, 在光滑的桌面上运动。试求此质点运动的拉格朗日方程。



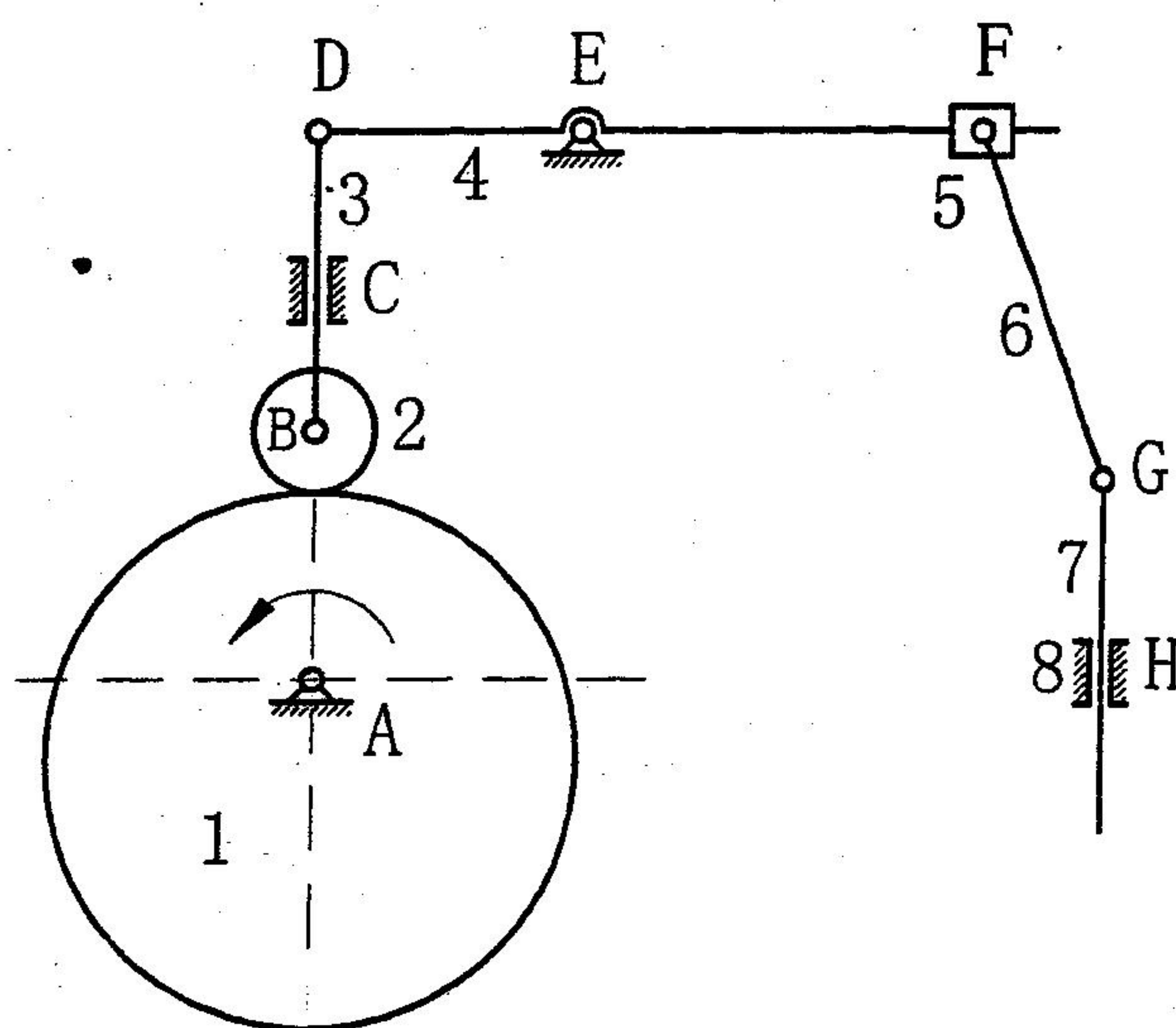
第一部分题三图



第一部分题四图

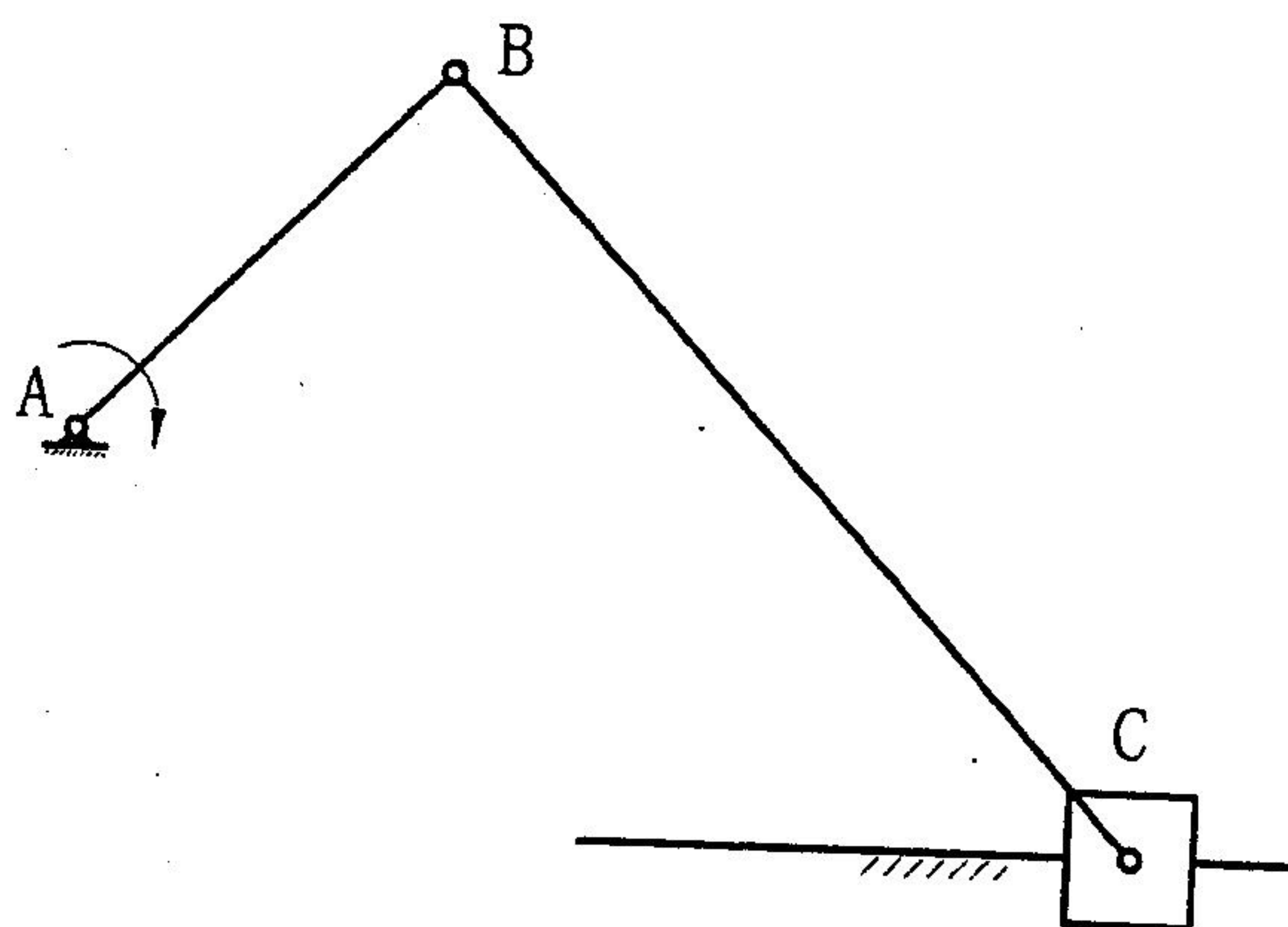
第二部分 机械原理部分 (共五题, 50 分)

一、(本题 10 分) 第二部分题一图为某冲压机的机构系统运动简图。设计者设想机构系统在原动件凸轮 1 的带动下, 使得执行从动件 7 做往复的上下直线运动, 从而冲压工件。请分析该机构系统运动方案的可行性。若可行, 请说明理由; 若不可行, 请指出原因并给出改正方案。



第二部分题一图

二、(本题 10 分) 设计一如第二部分题二图所示的曲柄滑块机构。已知原动件曲柄 AB 长 $l_{AB}=20\text{mm}$ ，偏心距 $e=10\text{mm}$ ，机构的最大压力角 $\alpha_{\max}=30^\circ$ 。试确定连杆 BC 的长度 l_{BC} ，滑块的行程 H 和行程速度变化系数 K 。

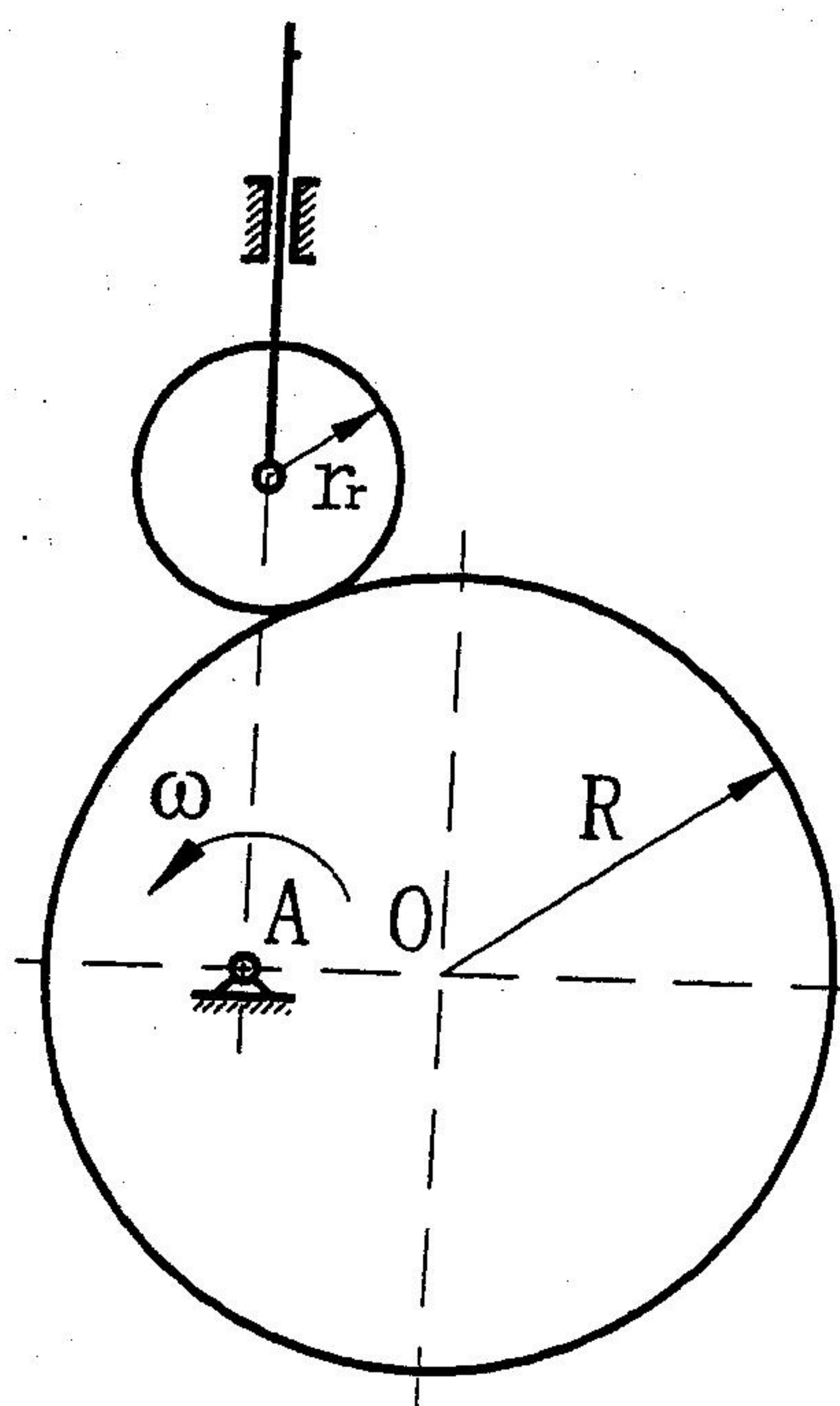


第二部分题二图

三、(本题 10 分) 在减速比 $i=2$ 的单级齿轮机构减速装置中，已知安装两齿轮的轴的中心距离为 $a=300\text{mm}$ ，由于某种原因丢失了大齿轮，现要求配置一个与丢失的大齿轮相同的齿轮。测得小齿轮为标准直齿圆柱齿轮，其齿数为 $z_1=20$ 、压力角为 $\alpha=20^\circ$ 、齿顶高系数为 $h_a^*=1$ 。试给出所要配置的大齿轮的几何尺寸（分度圆半径 r_2 ，齿顶圆半径 r_{a2} ，齿根圆半径 r_{f2} ，基圆半径 r_{b2} ，分度圆上的齿厚 s_2 和齿槽宽 e_2 ）。

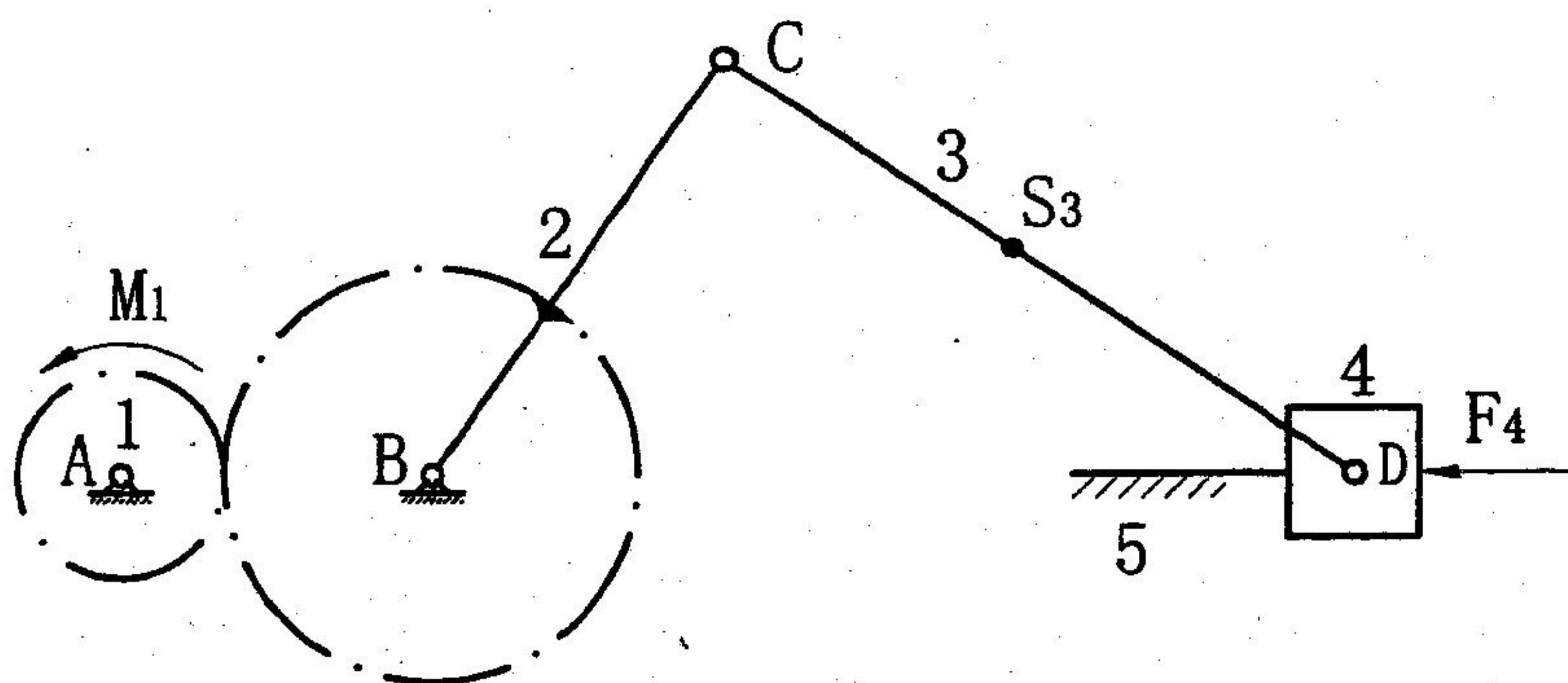
四、(本题 10 分) 第二部分题四图为一盘形凸轮机构。凸轮为一个偏心圆盘，并以角速度 $\omega=10\text{rad/s}$ 匀速逆时针方向转动。圆盘的半径为 $R=30\text{mm}$ ，几何中心 O 到回转中心 A 的距离 $l_{OA}=15\text{mm}$ ，滚子半径 $r_r=10\text{mm}$ 。重新画图，并：

1. 画出凸轮的基圆和理论廓线；
2. 标出图示位置时机构的压力角 α ；
3. 求出从动件的行程 h ；
4. 求出图示位置时从动件的速度 \vec{v} 。



第二部分题四图

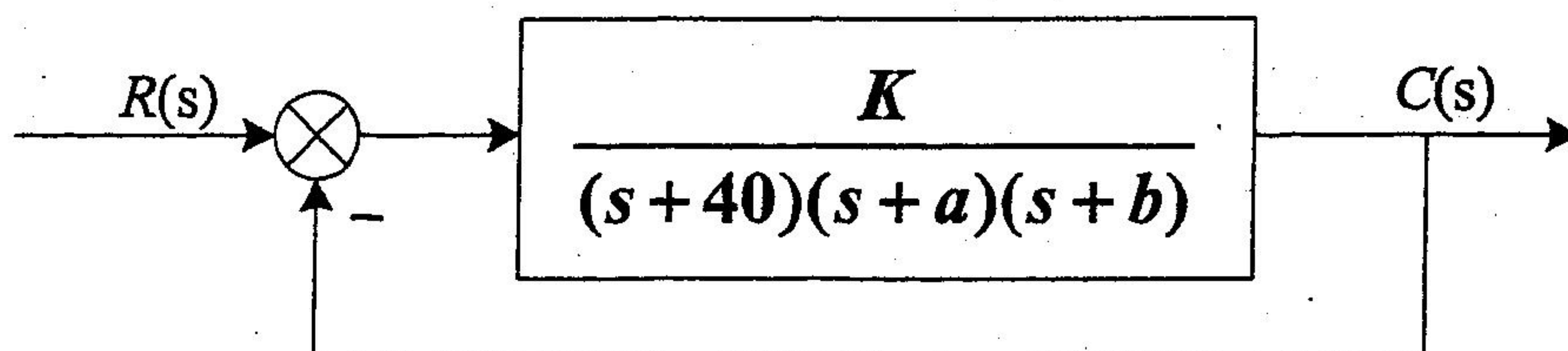
五、(本题 10 分) 第二部分题五图为活塞式压气机中的齿轮—连杆组合机构系统。已知作用在齿轮 1 上的驱动力矩为 M_1 ，作用在滑块(活塞) 4 上的工作阻力为 F_4 ，齿轮 1 绕转轴 A 的转动惯量为 J_1 ，构件 2 (包括齿轮和曲柄 BC) 绕转轴 B 的转动惯量为 J_2 ，构件 3 绕其质心 S_3 的转动惯量为 J_{S_3} ，构件 3 和构件 4 的质量分别为 m_3 和 m_4 。试给出求齿轮 1 真实运动的等效动力学模型 (给出等效动力学方程及等效转动惯量 J_v 和等效力矩 M_v 的表达式)。



第二部分题五图

第三部分 自动控制原理部分 (共四题, 50 分)

一、(本题 10 分) 某单位负反馈系统如第三部分题一图所示，当输入为单位阶跃信号时，系统的输出响应有超调量，但最终达到了终值 1。当输入为斜坡信号时，其输出响应以有限的稳态误差跟踪斜坡输入。当增益为 $2K$ 时，系统对脉冲输入的响应是一个周期为 0.314 的正弦信号。在上述条件下，试确定 K 、 a 和 b 的值。



第三部分题一图

二、(本题共 15 分, 第 1 小题 10 分, 第 2 小题 5 分)

某单位负反馈系统的开环传递函数为: $G(s) = \frac{K(s+1)}{s^2(s+9)}$ 。

1. 试绘制出当 K 从 $0 \rightarrow \infty$ 变化时, 闭环系统的根轨迹图; (写明步骤)
2. 当 3 个特征根均为实数且彼此相等时, 求增益 K 的取值和闭环特征根。

三、(本题共 10 分, 第 1 小题 5 分, 第 1 小题 5 分)

某系统的微分方程组如下:

$$\begin{cases} e(t) = r(t) - c(t) \\ 0.05 \frac{dx_1(t)}{dt} + x_1(t) = 2[e(t) - x_2(t)] \\ 0.5 \frac{d^2 c(t)}{dt^2} + \frac{dc(t)}{dt} = 50x_1(t) \\ x_2(t) = Kx_1(t) \end{cases}$$

设 0-时各初始值均为零。

1. 试建立该系统的动态结构图;
2. 试求保证系统稳定时, K 的取值范围。

四、(本题共 15 分, 第一小题 7 分, 第二小题 8 分)

某负反馈系统的开环传递函数为 $G(s)H(s) = \frac{1}{s(s+1)(0.5s+1)}$ 。

1. 试绘制该系统的幅相频率特性曲线 (奈奎斯特图);
2. 根据 1. 中绘制的奈奎斯特图确定系统的模稳定裕度 L_h 和相稳定裕度 γ 。