B

北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

2011－2012 学年第二学期

考试统一用答题册

题号	一	二	三	总分
成绩				
阅卷人签字				
校对人签字				

考试课程 理论力学（B 卷）

班级________________ 学号________________

姓名________________ 成绩________________

2012 年 6 月 12 日

B

注：试题共 4 页，满分 100 分

一、　选择题（在正确答案对应的字母上打√。每小题 2 分，共 10 分）。

1、第几类 Lagrange 方程能建立质点系的运动与其所受主动力和约束力间的关系？

A：第二类 Lagrange 方程　　　　B：第一类 Lagrange 方程

C：Lagrange 方程的广义动量积分　　　　D：Lagrange 方程的广义能量积分

2、定点运动刚体的角速度矢量 $\boldsymbol{\omega}$ 与该刚体对定点 O 的动量矩矢量 $\boldsymbol{L}_O$ 平行的充分必要条件是：________。

A：刚体绕质量对称轴转动　　　　B：刚体绕惯量主轴转动

C：刚体的质心在固定点　　　　D：刚体为均质体

3、若定点运动刚体角速度矢量 $\boldsymbol{\omega}$ 的大小为非零常量，其方向始终变化，则该刚体的角加速度矢量 $\boldsymbol{\alpha}$ 可能是______。

A：$|\boldsymbol{\alpha}|=0$　　B：$\boldsymbol{\alpha}\perp\boldsymbol{\omega}, |\boldsymbol{\alpha}|\neq 0$　　C：$\boldsymbol{\alpha}//\boldsymbol{\omega}, |\boldsymbol{\alpha}|\neq 0$　　D：$\boldsymbol{\alpha}$ 为非零常矢量

4、已知质量为 m 棱长为 L 的均质正方形刚体绕球铰链 O 作定点运动，如图 1 所示。在图示瞬时，该正方体的顶点 A、B 两点速度矢量满足关系式 $\boldsymbol{v}_A=-\boldsymbol{v}_B$（垂直于 OAB 平面），且 $|\boldsymbol{v}_A|=u$。根据已知条件，能求该刚体的哪些物理量？

A：只能确定其角速度矢量所在平面

B：能求出其角速度的大小和方向

C：能求出该刚体对定点 O 动量矩的大小和方向

D：能求出其角加速度的大小和方向

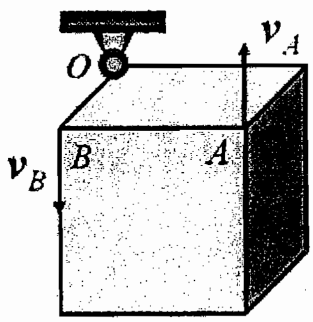

图 1

5、若质量-阻尼-弹簧受迫振动系统的动力学方程为 $m\ddot{x}+c\dot{x}+kx=F_{\max}\sin(\omega t)$，其稳态振动的振幅与下列哪些因素有关？

A：系统运动的初始条件　　　　B：外激励幅值 $F_{\max}$

C：外激励频率 ω　　　　D：系统参数 m,c,k

B

二、 **填空题，将计算的最简结果填写在空格里（本题共70分，每空5分）。**

1、质量为 m 长为 L 的均质杆 OA 和质量为 m 长为 $3L$ 的均质杆 AB 用光滑柱铰链连接并悬挂于 O 点，AB 杆的 B 端放在光滑水平面上，如图2所示。若系统初始静止，OA 杆铅垂，AB 杆与水平面的夹角为30^0，在铰链 A 上作用一水平推力 $\boldsymbol{P}$，求初始时 AB 杆和 OA 杆角加速度的大小α_{AB}和α_{OA}。

$\alpha_{AB}=$________ $\alpha_{OA}=$________

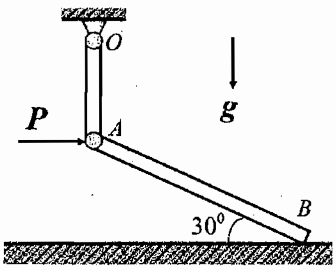

图2

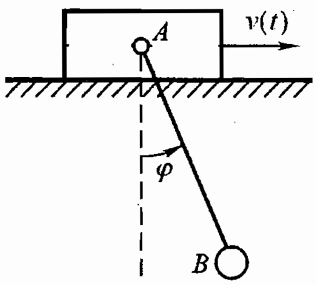

图3

2、质量为 $\boldsymbol{m}$ 的质点 B 用长为 $2L$ 的无质量杆 AB 通过柱铰链与以速度 $v(t)$ 沿水平直线移动的滑块 A 连接，广义坐标φ为 AB 杆与铅垂线的夹角，如图3所示。质点 B 受到非定常约束，其动能可表示为$T=T_2+T_1+T_0$，其中$T_i(i=0,1,2)$为广义速度的 i 次齐函数，求T_2和T_1。

$T_2=$________ $T_1=$________

3、圆锥形齿轮 I 在固定的圆锥形齿轮 $\boldsymbol{II}$ 上纯滚动，已知齿轮 I 中心轴 OA 上的 A 点速度的大小为v_A（常值），圆锥齿轮 I 的顶角$\alpha=90^0$（$\angle BOA=45^0$），$OA=L$，如图4所示。求图示瞬时齿轮 I 角速度的大小ω_I和角加速度的大小α_I、齿轮 I 上最高点 B 速度的大小v_B以及该点转动加速度的大小a_{BR}和向轴加速度的大小a_{BN}。**注：所有答案均用**v_A, L**表示**

$\omega_I=$________

$\alpha_I=$________

$v_B=$________

$a_{BR}=$________

$a_{BN}=$________

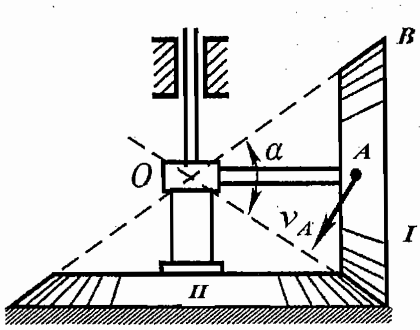

图4

B

4、质量为 m 半径为 R 的均质薄圆盘固连在水平轴 AB 上并以匀角速度 $\omega_B = 2\omega$ 绕 AB 轴转动，该轴通过球铰链 A 与支座连接并以角速度 $\omega_{AB} = \omega$ 绕铅垂轴转动，圆盘与地面接触，如图 5 所示。若 AB 轴长为 $2R$ 且不计其质量，**忽略所有摩擦**，求圆盘陀螺力矩的大小 M_g、地面作用在圆盘上的约束力的大小 F_N 和球铰链 A 的约束力在水平面上分量的大小 F_{AB}。

注：所有答案均用 m, R, g, ω **表示**

$M_g =$ ________________

$F_N =$ ________________

$F_{AB} =$ ________________

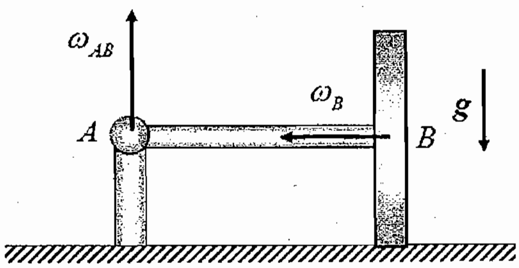

图 5

5、质量为 $2m$ 的滑块 A 与质量为 m 的滑块 B 用长为 L 的无质量杆 AB 铰接且分别在铅垂滑道和水平滑道内运动，滑块 B 与刚度系数为 k 的弹簧连接，当 $\theta = 0$ 时弹簧无变形，如图 6 所示。若弹簧刚度系数足够大，可使系统在 $\theta = 0$ 附近作微幅振动，其动力学方程可表示为 $m_e\ddot{\theta} + k_e\theta = 0$，求该方程中的等效质量 m_e 和等效刚度系数 k_e。

$m_e =$ ________________________

$k_e =$ ________________________

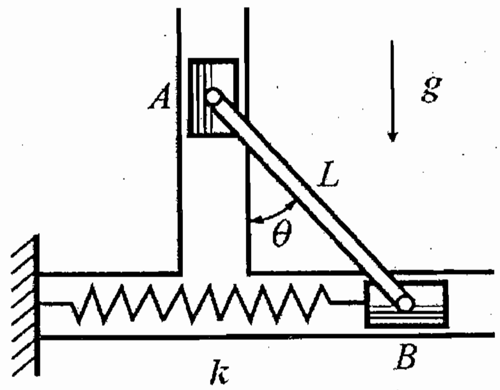

图 6

三、计算题（本题 20 分） **B**

刚体 AOB 是由 OA 杆与 OB 杆焊接而成，两杆之间的夹角为θ（为常值），该刚体可绕铅垂轴 z 转动，已知该刚体对 z 轴的转动惯量为 J；质量为 m 的套筒 M（视为质点）套在 OA 杆上，可沿杆移动，套筒 M 与刚度系数为 k 的弹簧连接，弹簧的另一端与刚体上的 O 点连接，弹簧的原长为L，如图 7 所示。若φ，q 为系统的广义坐标。求：（1）试用系统的广义速度和广义坐标给出系统动能的表达式 T；（2）试用系统的广义坐标给出系统势能的表达式 V（设$q=0$时为势能零点）；（3）若初始时，$\dot{\varphi}_0=\omega, q=0, \dot{q}=0$，试给出该系统 Lagrange 方程的首次积分（广义动量积分和广义能量积分），并确定积分常数。

要求：给出解题的基本步骤和最简答案

解：

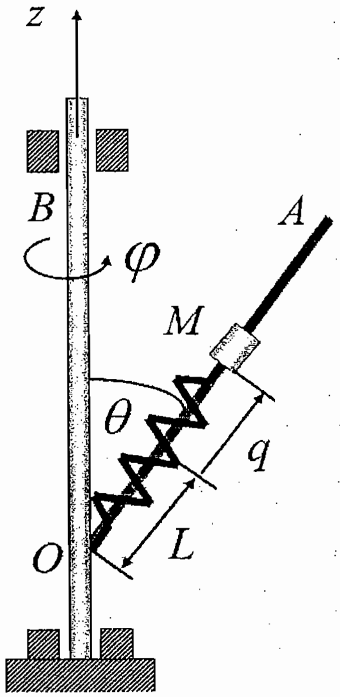

图 7

（1） 系统的动能

$T=$

（2）系统的势能

$V=$

（3）系统 Lagrange 方程的首次积分

广义动量积分存在的依据:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

广义动量积分表达式:＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

广义动量积分常数：$c_1=$＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

（4）广义能量积分存在的依据：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

广义能量积分表达式：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

能量积分常数：$c_2=$＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿