西安交通大学考试题

成绩

课 程 大 学 物 理

学 院 ______ 考试日期 2017 年 4 月 9 日

专业班号 ______

姓 名 ______ 学 号 ______

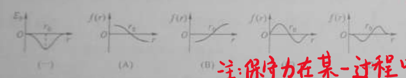
一 选择题 (每题 3 分，共 30 分)

1. 一质点沿半径为 1m 的圆轨道运动，已知运动学方程为 $\theta=\frac{1}{2}t^2+\frac{3}{2}$ (SI)，则 $t=1s$ 时质点的速度、加速度的大小分别为 (不要忘记法向加速度)

(A) 1 m/s， 1 m/s² (B) 1 m/s， 2 m/s²

(C) 2 m/s，$\sqrt{2}$ m/s² (D) 1 m/s，$\sqrt{2}$ m/s² [D]

*2. 已知两物体间的引力势能（E_p）曲线如下图（一）所示，图中 r 是两物体之间的距离，则 A、B、C、D 四个图中那一个正确地表示了该物体间的引力作用？ [C]



注:保守力在某一过程中的功，等于该过程始、末两个状态势能增量的负值。

3. 对质点系而言，下面说法中不正确的是

(1) 质点系总动量的改变与内力无关； (2) 质点系总动能的改变与内力无关；

(3) 质点系机械能的改变与保守内力无关； (4) 质点系总势能的改变与保守内力无关。

（A）(1)和(2)； （B）(2)和(4)； （C）只有(2)； （D） (2)和(3)； [B]

4. 跨过滑轮的轻绳，一端挂一物体，另一端挂一载人的梯子而平衡，如图所示，欲使滑轮轴承对轴的压力为零（滑轮质量忽略不计，滑轮轴与轴承间的摩擦忽略不计），则 [D]

（A）人相对梯子应向下匀速运动

（B）人相对梯子应向上匀速运动

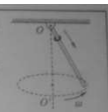
（C）人相对梯子应向上匀加速运动

（D）人相对梯子应向下匀加速运动

5. 一长为 L 质量为 m 的均质木棒放置在粗糙的水平桌面上，木棒与桌面间的滑动摩擦系数为 μ，现让木棒绕其一端的竖直轴 OO' 转动，则作用在木棒上的摩擦力对轴 OO' 的力矩为 (A) $\frac{1}{2}\mu mgL$ (B) μmgL (C) $\frac{2}{3}\mu mgL$ (D) 0 [A]

(要求力矩而非转动惯量)

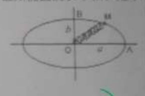
6. 如图所示，一光滑细杆上端由光滑绞链固定，杆可绕其上端在任意角度的锥面上绕竖直轴 OO' 作匀角速度转动。有一小环套在杆的上端处，开始时使杆在一个锥面上运动起来，而后小环由静止开始沿杆下滑，在小环下滑过程中，小环、杆和地球系统的机械能以及小环加杆对轴 OO' 的角动量这两个量中 (无有效外力)



（A）机械能、角动量都守恒。 （B）机械能守恒，角动量不守恒。

（C）机械能不守恒，角动量守恒。（D）机械能、角动量都不守恒。 [A]

7. 质点 M 与一固定的轻弹簧相连接，并沿椭圆轨道运动，如图。已知椭圆的长半轴和短半轴分别为 a 和 b，弹簧原长为 l_0（$a>l_0>b$），劲度系数为 k，则质点由 A 运动到 B 的过程中，弹性力所作的功为：



（A）$\frac{1}{2}ka^2-\frac{1}{2}kb^2$ （B）$\frac{1}{2}k(a-l_0)^2-\frac{1}{2}k(l_0-b)^2$

（C）$\frac{1}{2}k(a-b)^2$ （D）$\frac{1}{2}k(l_0-b)^2-\frac{1}{2}k(a-l_0)^2$ [B]

8. 下列说法中正确的是：

（A）作用在定轴转动刚体上的合力越大，刚体转动的角加速度越大。

（B）作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角加速度越大。

（C）作用在定轴转动刚体上的合力矩越大，刚体转动的角速度越大。

（D）作用在定轴转动刚体上的合力矩为零，刚体转动的角速度为零。 [B]

9. 已知飞船的质量为 m，地球的质量为 M，G 表示引力常数；飞船在关闭发动机返回地球的过程中，假设仅在万有引力的作用下运动；则飞船从距离地心 r_1 处下降到 r_2 处的过程中，飞船动能的增量为 [A]

(A) $GmM\frac{r_1-r_2}{r_1r_2}$ (B) $GmM\frac{r_2-r_1}{r_1r_2}$ (C) $\frac{GmM}{r_2}$ (D) $-\frac{GmM}{r_2}$

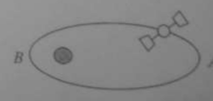
10. 如图，一颗卫星沿椭圆轨道绕地球运动，若卫星在远地点 A 和近地点 B 的动量矩（角动量）大小与动能分别用 L_A、E_{kA} 和 L_B、E_{kB} 表示，则有 [C]

(A) $L_B=L_A, E_{kB}=E_{kA}$

(B) $L_B>L_A, E_{kB}=E_{kA}$

(C) $L_B=L_A, E_{kB}>E_{kA}$

(D) $L_B>L_A, E_{kB}>E_{kA}$

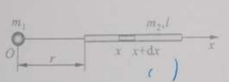


西安交通大学考试题

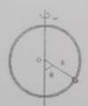
二 填空题 (每空 2 分，共 20 分)

1. 已知一质点的质量为 1 kg，静止在光滑的水平面上；在某一外力 $\vec{F}=4t\vec{i}$ (SI) 的作用下，质点由静止（$t=0$ 时）开始运动，则在 1～2 s 时间内，作用在质点上的合力对质点所做的功为 30J。

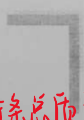
2. 质量为 m_1 的质点，置于长为 l、质量为 m_2 的均匀细杆的延长线上，质点与细杆近端距离为 r，选如图所示的坐标系，则细杆与质点之间万有引力的大小为 $Gm_1m_2/r(r+l)$ (积分)



3. 如右图所示，一质量为 m 的小圆环，套在位于竖直面内半径为 R 的光滑大圆环上，若大圆环绕通过其中心的竖直轴以恒定角速度 ω 转动，而小圆环相对于大圆环静止。则大圆环作用于小圆环的力大小为 $mR\omega^2$，小圆环相对静止的位置角 $\theta=$ $\arccos(\frac{g}{R\omega^2})$



4. 如右图所示，长为 l 的均质链条，部分置于水平面上，另一部分自然下垂，已知链条与水平面间滑动摩擦系数为 μ，若垂下部分长度为 a 时，链条自静止开始滑动，则链条从开始滑动到末端刚刚滑离桌面的过程中，摩擦力所做的功为 $-\mu\frac{mg}{l}\frac{(l-a)^2}{2}$，重力所做的功为 $\frac{mg}{l}\cdot\frac{l^2-a^2}{2}$。(设链条总质量为m)



5. 已知一均质薄圆盘，半径为 R，绕垂直于圆盘并过其中心的轴的转动惯量为 J，则圆盘的质量为 $2J/R^2$，圆盘绕过其边缘且与中心轴平行的轴的转动惯量为 3J。

6. 已知长为 l，质量为 M 的细木杆，放置在水平桌面上，一端固定，并可绕竖直轴做转动，木杆的另一端连接质量为 m 的小球；当系统转动起来，且小球的速度大小为 v 时，系统的角动量大小为 $(\frac{1}{3}M+m)\cdot lv$，系统的动能为 $(\frac{1}{3}M+m)\cdot\frac{1}{2}v^2$

三 计算题 (每题 10 分，共 50 分)

1. 已知质点的质量为 m，运动学方程为 $x=a\cos\omega t$，$y=b\sin\omega t$（SI），a、b 为常数。

（1）写出质点的轨迹方程？

（2）当质点速度的 y 轴分量为零时，所需要经历的最短时间？此时质点的加速度大小为？

（3）试给出作用在质点上的合外力？

$-a\omega\sin\omega t$

(1) $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$

(2) $v_y=\frac{dy}{dt}=b\omega\cos\omega t=0$，$t_{min}=\frac{\pi}{2\omega}$

$a_y=\frac{d^2y}{dt^2}=-b\omega^2\sin\omega t=-b\omega^2$；$a_x=\frac{d^2x}{dt^2}=-a\omega^2\cos\omega t=0$

$\therefore a=\sqrt{0^2+a_y^2}=-b\omega^2$，方向沿y轴正方向

(3) $\vec{f}=m\cdot(-a\omega^2\cos\omega t, -b\omega^2\sin\omega t)$

2. 如图所示，质量为2 kg的小球从$h=5$ m的位置处自由下落，与固定在水平面上的斜面发生碰撞，碰撞后小球以与碰撞前相同的速度大小水平飞出，碰撞的作用时间为 0.02 s

（1）求碰撞过程中斜面对小球的冲量大小？给出冲量的方向？（重力加速度 g=10 m/s²）

（2）求碰撞过程中，斜面对小球的平均冲力？

（3）从平均冲力与作用时间的关系出发，试分析篮球运动员在正面接住队友传球的同时，为什么往往会做出手臂回收的动作？

(1) $I_x=mv_0$；$v_0=\sqrt{2gh}=10$ m/s

$I_y=mv_0=20$ kg·m/s，$\|\vec{I}\|=\sqrt{I_x^2+I_y^2}=20\sqrt{2}$ kg·m/s

方向 $\vec{I}=(1,1)$

(2) $\bar{F}=\|\vec{I}\|/\Delta t=1000\sqrt{2}$ N，方向 (1,1)

(3) 使 Δt 增加，冲量 I 不变情况下使 F 减小，保护自身

先求位移与速度关系，

再对 $\frac{\text{单位路程}}{\text{速度}}$ 积分.

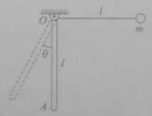
3. 在地球表面上垂直向上以第二宇宙速度 $v_0=\sqrt{2gR}$ 发射一物体，R 为地球半径，g 为重力加速度，求物体到达与地心相距 $4R$ 时所需要的时间？

$$F=\frac{dmv}{dt}=-G\frac{Mm}{x^2}\longrightarrow dv\cdot\frac{dx}{dt}=-\frac{GM}{x^2}dx$$

$$\int_{\sqrt{2gR}}^{v}v\,dv=\int_R^r-\frac{GM}{x^2}dx\xrightarrow{GM=gR^2}\frac{v^2}{2}=\frac{gR^2}{r}\ (C=0)$$

$$t=\int dt=\int_R^{4R}\frac{dr}{v}=\int_R^{4R}\sqrt{\frac{r}{2gR^2}}\,dr=\frac{14}{3}\sqrt{\frac{R}{2g}}$$

4. 如图所示，已知长为 l 的匀质细棒，一端悬于 O 点，自由垂下。一单摆也悬于 O 点，摆线长也为 l，摆球质量为 m。现将单摆拉到水平位置后静止释放，摆球在 A 处与棒作完全弹性碰撞后恰好静止。试求：



(1) 细棒的质量 M（细棒相对于 O 轴的转动惯量为 $\frac{1}{3}Ml^2$）；

(2) 碰后细棒摆动的最大角度 θ。

(1). $\frac{1}{2}mv_0^2=mg\cdot l$，$v_0=\sqrt{2gl}$

$J\omega_0=lmv_0$ ①　$\frac{1}{2}J\omega_0^2=\frac{1}{2}mv_0^2$ ②

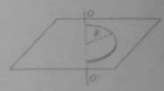
由①,②得 $J=ml^2=\frac{1}{3}Ml^2$ 得 $M=3m$　(角动量、能量守恒)

(2). $E_{k0}=\frac{1}{2}mv_0^2=mgl$，$E_p=E_{k0}=Mgh=3mgh$

$h=\frac{1}{3}l$，质心向上 $\frac{1}{3}l$。$\frac{1}{2}l(1-\cos\theta)=\frac{1}{3}l$，$\cos\theta=\frac{1}{3}$

$\theta=\arccos\frac{1}{3}$

5. 如图所示，一半径为 R、质量为 m 的均匀半圆盘放在粗糙的水平桌面上，半圆盘与桌面的滑动摩擦系数为 μ，摩擦力均匀地分布于半圆盘的底面。若半圆盘绕垂直于盘面过其圆心的 OO' 轴转动，初始角速度为 ω_0，试求：



(1) 圆盘绕轴转动时所受的摩擦力矩；

(2) 圆盘从角速度 ω_0 开始到停止转动所经历的时间。

(1). $M=\iint_\sigma dmg\mu\cdot r=\iint_\sigma g\mu\frac{m}{\frac{1}{2}\pi R^2}\cdot r\,d\sigma$　(二重积分)

$=\int_0^\pi d\theta\int_0^R g\mu\frac{m}{\frac{1}{2}\pi R^2}\cdot\rho\cdot\rho\,d\rho=\frac{2}{3}mg\mu R$

(2). $\beta=M/J=\frac{\frac{2}{3}mg\mu R}{\frac{1}{2}mR^2}=\frac{4}{3}g\mu/R$

$t=\omega_0/\beta=\frac{3}{4}\frac{\omega_0R}{g\mu}$

(注意半圆盘转动惯量为 $\frac{1}{2}mR^2$

J仅与质量分布方式有关，

笔：吴宇晨

批，审：徐海涛