一、 单项选择题（本大题共 27 分，每小题 3 分）

**1.** 某质点作直线运动的运动学方程为 $x=2t-6t^2+7$ (SI)，则该质点作 【 】

**(A)** 匀加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向.

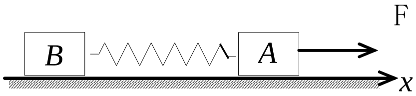
**(B)** 匀加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向.

**(C)** 变加速直线运动，加速度沿 x 轴正方向.

(D) 变加速直线运动，加速度沿 x 轴负方向.

正确答案：**B**

**2.** 质量分别为 $m_1$ 和 $m_2$ 的两滑块 A 和 B 通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上，滑块与桌面间的摩擦系数均为 μ，系统在水平拉力 F 作用下匀速运动，如图所示．如突然撤消拉力，则刚撤消后瞬间，二者的加速度 $a_A$ 和 $a_B$ 分别为

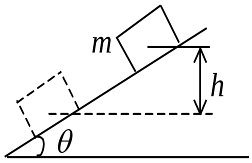



**(A)** $a_A=0$， $a_B=0$. **(B)** $a_A>0$， $a_B<0$.

**(C)** $a_A<0$， $a_B>0$. **(D)** $a_A<0$， $a_B=0$. 【 】

正确答案：**D**

**3.** 如图所示，木块 m 沿固定的光滑斜面下滑，当下降 h 高度时，重力作功的瞬时功率是：



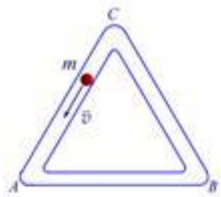

**(A)** $mg\sin\theta(2gh)^{1/2}$. **(B)** $mg\cos\theta(2gh)^{1/2}$.

**(C)** $mg\sin\theta(\frac{1}{2}gh)^{1/2}$. **(D)** $mg(2gh)^{1/2}$.

【 】

正确答案：**A**

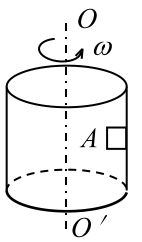
**4.** 如图所示，质量为m的质点，沿正三角形ABC的水平光滑轨道匀速度$\vec{v}$运动，质点越过A点时，轨道作用于质点的冲量的大小： 【 】




**(A)** mv； **(B)** $\sqrt{2}$mv； **(C)** $\sqrt{3}$mv； **(D)** 2mv。

正确答案：**C**

**5.** 竖立的圆筒形转笼，半径为 R，绕中心轴 OO′ 转动，物块 A 紧靠在圆筒的内壁上，物块与圆筒间的摩擦系数为 μ，要使物块 A 不下落，圆筒转动的角速度 ω 至少应为




(A) $\sqrt{\dfrac{g}{\mu R}}$ **(B)** $\sqrt{\mu g R}$ **(C)** $\sqrt{\dfrac{\mu g}{R}}$ **(D)** $\sqrt{\dfrac{g}{R}}$ 【 】

正确答案：**A**

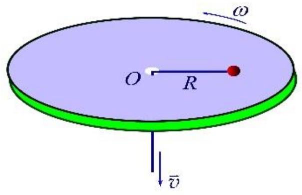
分析：　　$f=mg$

$$f=\mu N$$

$$N=m\frac{\upsilon^2}{R}=mR\omega^2$$

联立这三个式子即可得角速度

**6.** 如图所示，一个小物体，位于光滑的水平桌面上，与一绳的一端相连结，绳的另一端穿过桌面中心的小孔$O$。该物体原以角速度$\omega$在半径为$R$的圆周上绕$O$旋转，今将绳从小孔缓慢往下拉。则物体【　　】




**(A)** 动能不变，动量改变；　　**(B)** 动量不变，动能改变；

**(C)** 角动量不变，动量不变；　　**(D)** 角动量不变，动能、动量都改变。

正确答案：**D**

**7.** 假设卫星环绕地球中心作圆周运动，则在运动过程中，卫星对地球中心的

**(A)** 角动量守恒，动能也守恒．　　**(B)** 角动量守恒，动能不守恒．

**(C)** 角动量不守恒，动能守恒．　　**(D)** 角动量不守恒，动量也不守恒．

**(E)** 角动量守恒，动量也守恒．　　【　　】

正确答案：**A**

**8.** 在边长为 $a$ 的正方体中心处放置一电荷为 $Q$ 的点电荷，则正方体顶角处的电场强度的大小为：　　【　　】

**(A)** $\dfrac{Q}{12\pi\varepsilon_0 a^2}$．　　**(B)** $\dfrac{Q}{6\pi\varepsilon_0 a^2}$．

**(C)** $\dfrac{Q}{3\pi\varepsilon_0 a^2}$．　　**(D)** $\dfrac{Q}{\pi\varepsilon_0 a^2}$．

正确答案：**C**

**9.** 高斯定理 $\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S}=\int_V \rho dV/\varepsilon_0$　　【　　】

**(A)** 只适用于真空中的静电场．

**(B)** 适用于任何静电场．

**(C)** 只适用于具有球对称性、轴对称性和平面对称性的静电场．

**(D)** 只适用于虽然不具有(C)中所述的对称性、但可以找到合适的高斯面的静电场．

正确答案：**B**

二、填空题（本大题共 20 分）

**10.**（本题 4 分）一物体在某瞬时，以初速度$\vec{v}_0$从某点开始运动，在$\Delta t$时间内，经一长度为 $s$ 的曲线路径后，又回到出发点，此时速度为$-\vec{v}_0$，则在这段时间内：

1) 物体的平均速率是 ____________ ；

2) 物体的平均加速度是____________；

答案：物体的平均速率是$\frac{s}{\Delta t}$　　2 分

平均加速度是$-\frac{2\vec{v}_0}{\Delta t}$.　　2 分

**11.**（本题 5 分）一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体，若吊车底板加速上升，加速度大小为 $a=3+5t$ (SI)，则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小 $I=$____________；2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta P=$______________.

答案：356 N·s　　3 分

160 N·s　　2 分

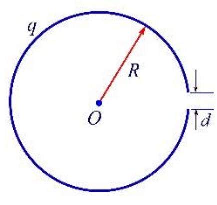
分析：由加速度的表达式得到速度的表达式，然后求出 t=0 和 t=2 的速度，就可以得到 2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta P$

2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta P$，等于吊车底板给物体的冲量减去重力冲量

**12.**（本题 3 分）哈雷慧星绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆．它离太阳最近的距离是 $r_1=8.75\times10^{10}$ m，此时它的速率是 $v_1=5.46\times10^4$ m/s．它离太阳最远时的速率是 $v_2=9.08\times10^2$ m/s，这时它离太阳的距离是 $r_2=$___________.

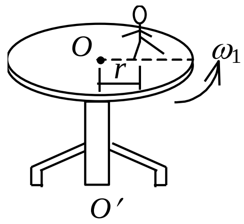
答案：$5.26\times10^{12}$ m　　3 分

**13.**（本题 4 分）一半径为 $R$ 的带有一缺口的细圆环，缺口长度为 $d$ $(d<<R)$ 环上均匀带有正电，电荷为 $q$，如图所示。则圆心 $O$ 处的场强大小为______________.




答案：$E=\frac{qd}{8\pi^2\varepsilon_0R^3}$。　　4 分

**14．**（本题 4 分）有一半径为 $R$ 的匀质圆形水平转台，可绕通过盘心 $O$ 且垂直于盘面的竖直固定轴 $OO'$ 转动，转动惯量为 $J$．台上有一人，质量为 $m$．当他站在离转轴 $r$ 处时($r<R$)，转台和人一起以$\omega_1$的角速度转动，如图．若转轴处摩擦可以忽略，问当人走到转台边缘时，转台和人一起转动的角速度$\omega_2$＝_________________________________.




答案：$\dfrac{\left(J+mr^2\right)\omega_1}{J+mR^2}$　　　　4 分

三、计算题（本大题共 53 分）

**15．**（本题 6 分）有一质点沿 $x$ 轴作直线运动，$t$ 时刻的坐标为 $x = 4.5\,t^2 - 2\,t^3$　**(SI)**．试求：

**(1)** 第 2 秒内的平均速度；

**(2)** 第 2 秒末的瞬时速度；

**(3)** 第 2 秒内的路程.

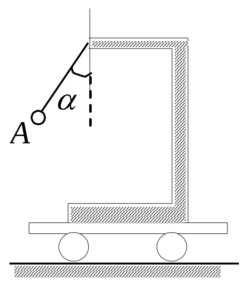
解：(1)　$\overline{v} = \Delta x / \Delta t = -0.5$ m/s　　　　2 分

(2)　$v = \mathrm{d}\,x/\mathrm{d}\,t = 9t - 6t^2$　　　　1 分

$v(2) = -6$ m/s　　　　1 分

(3)　$S = |x(1.5) - x(1)| + |x(2) - x(1.5)| = 2.25$ m　　　　2 分

**16．**（本题 5 分）如图所示，质量为 $m$ 的摆球 $A$ 悬挂在车架上．求在下述各种情况下，摆线与竖直方向的夹角$\alpha$和线中的张力 $T$.




**(1)** 小车沿水平方向作匀速运动；

**（2）**小车沿水平方向作加速度为 **a** 的运动.

解：(1)　$\alpha = 0$　　　　1 分

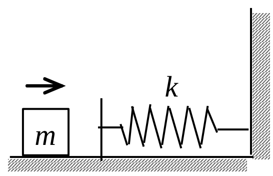
$T = mg$　　　　1 分

(2)　$T\sin\alpha = ma$，　　$T\cos\alpha = mg$

$\mathrm{tg}\,\alpha = a/g$　　[或$\alpha = \mathrm{tg}^{-1}(a/g)$]　　　　1 分

$T = m\sqrt{a^2 + g^2}$　　　　2 分

**17．**（本题 5 分）如图所示，质量 $m$ 为 0.1 **kg** 的木块，在一个水平面上和一个劲度系数 $k$ 为 20 **N/m** 的轻弹簧碰撞，木块将弹簧由原长压缩了 $x$ = 0.4 **m**．假设木块与水平面间的滑动摩擦系数$\mu_k$为 0.25，问在将要发生碰撞时木块的速率 $v$ 为多少？




解：根据功能原理，木块在水平面上运动时，摩擦力所作的功等于系统（木块和弹簧）机械能的增量．由题意有　$-f_r x = \dfrac{1}{2}kx^2 - \dfrac{1}{2}mv^2$　　　　2 分

而　$f_r = \mu_k mg$　　　　1 分

由此得木块开始碰撞弹簧时的速率为 $\boldsymbol{v}=\sqrt{2\mu_k gx+\dfrac{kx^2}{m}}$ 1 分

$= 5.83\ \text{m/s}$ 1 分

[另解]根据动能定理，摩擦力和弹性力对木块所作的功，等于木块动能的增量，应有

$$-\mu_k mgx-\int_0^x kxdx=0-\frac{1}{2}m\boldsymbol{v}^2$$

其中 $$\int_0^x kxdx=\frac{1}{2}kx^2$$

**18. （本题 8 分）一电子和一个静止着的氢原子发生对心完全弹性碰撞．已知氢原子质量为电子质量的 1840 倍．求碰撞过程中传给氢原子的能量与电子原来能量的比值．**

解： $$m_e\boldsymbol{v}_0=m_e\boldsymbol{v}+M_H V \quad ① \qquad 2\text{ 分}$$

$$\frac{1}{2}m_e\boldsymbol{v}_0^2=\frac{1}{2}m_e\boldsymbol{v}^2+\frac{1}{2}M_H V^2 \quad ② \qquad 2\text{ 分}$$

由① $$m_e(\boldsymbol{v}_0-\boldsymbol{v})=M_H V$$

由② $$m_e(\boldsymbol{v}_0^2-\boldsymbol{v}^2)=M_H V^2$$

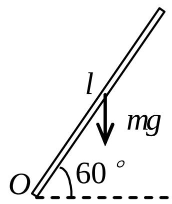
两者相比得 $$\boldsymbol{v}_0+\boldsymbol{v}=V \qquad 2\text{ 分}$$

代入① $$m_e\boldsymbol{v}_0=m_e\boldsymbol{v}+M_H(\boldsymbol{v}_0+\boldsymbol{v})$$

$$\boldsymbol{v}=-\frac{M_H-m_e}{M_H+m_e}\boldsymbol{v}_0,\qquad \boldsymbol{V}=\frac{2m_e}{M_H+m_e}\boldsymbol{v}_0$$

由此 $$\frac{\frac{1}{2}M_H V^2}{\frac{1}{2}m_e\boldsymbol{v}_0^2}=\frac{4m_e M_H}{(M_H+m_e)^2}=2.17\times10^{-3} \qquad 2\text{ 分}$$

**19.（本题 5 分）一长为 1 m 的均匀直棒可绕过其一端且与棒垂直的水平光滑固定轴转动．抬起另一端使棒向上与水平面成 60°，然后无初转速地将棒释放．已知棒对轴的转动惯量为 $\frac{1}{3}ml^2$，其中 $m$ 和 $l$ 分别为棒的质量和长度．求：**




**(1) 放手时棒的角加速度；**

**(2) 棒转到水平位置时的角加速度．**

解：设棒的质量为 $m$，当棒与水平面成 60° 角并开始下落时，根据转动定律

$$M=J\beta \qquad 1\text{ 分}$$

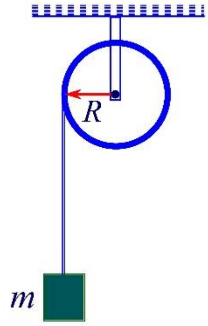
其中 $$M=\frac{1}{2}mgl\sin30^\circ=mgl/4 \qquad 1\text{ 分}$$

于是 $$\beta=\frac{M}{J}=\frac{3g}{4l}=7.35\ \text{rad/s}^2 \qquad 1\text{ 分}$$

当棒转动到水平位置时， $M=\frac{1}{2}mgl$ 1 分

那么 $$\beta=\frac{M}{J}=\frac{3g}{2l}=14.7\ \text{rad/s}^2 \qquad 1\text{ 分}$$

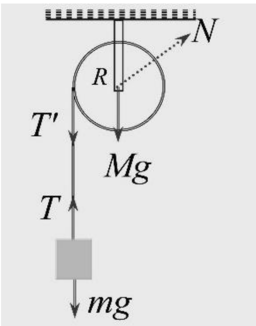
**20.**（本题 10 分）一轴承光滑的定滑轮，质量为 $M = 20.0\ kg$，半径为 $R = 0.10\ m$，一根不能伸长的轻绳，一端固定在定滑轮上，另一端系有一质量为 $m = 5.0\ kg$ 的物体，如图所示。已知定滑轮的转动惯量为 $J = \frac{1}{2}MR^2$，其初角速度 $\omega_0 = 8.0\text{rad/s}$，方向垂直纸面向里。求：




1) 定滑轮的角加速度；
2) 定滑轮的角速度变化到 $\omega = 0$ 时，物体上升的高度；
3) 当物体回到原来位置时，定滑轮的角速度。

解：（1）研究对象物体和滑轮，物体受到 mg 和张力 T 的作用，定滑轮受到张力 T 和转轴上的支持力 N 的作用，但 N 对转轴的力矩为零。

根据受力分析，取向下为正方向，可得如下方程：




$$\begin{cases} \mathrm{mg} - \mathrm{T} = \mathrm{ma} & (1) \\ TR = J\beta & (2) \\ a = R\beta, J = \frac{1}{2}MR^2 & (3) \end{cases}$$

(3 分)

联立上式可得：

$$\beta = -\frac{2mg}{R(M+2m)} = -32.7 rad/s^2$$

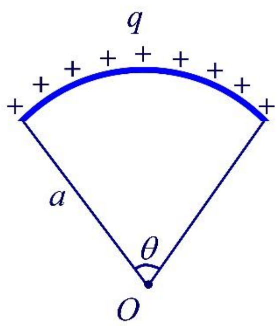
(2 分)

（2）根据：$\omega^2 = \omega_0{}^2 + 2\beta\theta$，当 $\omega = 0$，　$\theta = \frac{-\omega_0^2}{2\beta} = 0.98\ \mathrm{rad}$　(1 分)

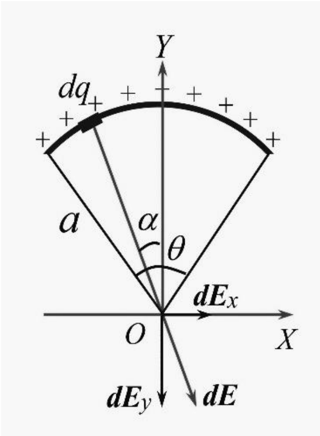
物体上升的高度：$\mathrm{h} = \theta\mathrm{R} = \frac{-R\omega_0^2}{2\beta} = 0.098\ m$　(2 分)

（3）物体回到原处时，系统重力矩做的功为零，所以系统对转轴的角动量守恒，定滑轮的角速度：$\omega = \omega_0 = 8\ rad/s$，方向与原来相反。　(2 分)

**21.**（本题 8 分）一段半径为 $a$ 的细圆弧，对圆心的张角为 $\theta$，其上均匀分布有正电荷 $q$，如图所示。试以 $a, q, \theta$ 表示出圆心 $O$ 处的电场强度。




解：　选取如图所示的坐标，电荷元 $dq$ 在 $O$ 点产生的电场为：




$d\vec{E} = d\vec{E}_x + d\vec{E}_y$ 2 分

$d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{q}{a\theta}\right) a\ sin\alpha\ d\alpha\vec{\imath} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{q}{a\theta}\right) a\ cos\alpha\ d\alpha\vec{\jmath}$ 2 分

$O$ 点的电场：

$\vec{E} = \vec{\imath}\int_{-\frac{\theta}{2}}^{\frac{\theta}{2}} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{q}{\theta}\right) sin\alpha\ d\alpha - \vec{\jmath}\int_{-\frac{\theta}{2}}^{\frac{\theta}{2}} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{q}{\theta}\right) cos\alpha\ d\alpha$ 2 分

$\vec{E} = -\frac{1}{2\pi\varepsilon_0 a^2}\left(\frac{q}{\theta}\right) sin\frac{\theta}{2}\vec{\jmath}$ 2 分

**22.（本题 6 分）两个无限长同轴圆柱面，半径分别为 $R_1$，$R_2(R_2 > R_1)$ 带有等值异号电荷，每单位长度的电量为 $\lambda$，求： 1) $r > R_2$；2) $R_1 < r < R_2$ 时离轴线为 $r$ 处的电场强度。**

**解：**设内圆柱面带正电，外圆柱面带负电，选取半径为 $r$，长度为 $l$ 的圆柱面为高斯面，穿过高斯面的电通量：

$\emptyset_e = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \oint_{侧面}\vec{E}\cdot d\vec{S} + \oint_{上底}\vec{E}\cdot d\vec{S} + \oint_{下底}\vec{E}\cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$ 2 分

由于电场关于圆柱中心轴对称，电场强度垂直于中心轴，因此

$\oint_{上底}\vec{E}\cdot d\vec{S} = \oint_{下底}\vec{E}\cdot d\vec{S} = 0$，

当 $R_1 < r < R_2$，根据高斯定理得到 $2\pi r\cdot lE = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$， $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$ 2 分

当 $r > R_2$， $E = 0$ 2 分