2015—2016 学年第二学期

《大学物理（2-1）》期中考试 A 卷答案

一、选择题（共 30 分）

1、D　2、B　3、C　4、C　5、C　6、B　7、D　8、A　9、D　10、C

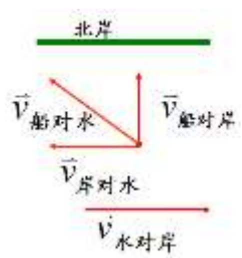
二、简单计算与问答题（共 6 小题，每小题 5 分）

1、答：$\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$ 表示总加速度的大小和方向；　　2 分

$\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ 表示总加速度在轨迹切线方向（质点瞬时速度方向）上的投影，也称切向加速度.　　2 分

$\dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t}$ 表示加速度矢量 $\dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$ 在 x 轴上的投影.　　1 分

2、解：取河水的流向如图。要求解的是 $v_{船对水}$



$\vec{v}_{船对水}=\vec{v}_{船对岸}+\vec{v}_{岸对水}$

$v_{岸对水}=2m/s \qquad v_{船对岸}=4m/s$

$v_{船对水}=\sqrt{v_{船对岸}{}^2+v_{岸对水}{}^2}=4.47(m/s)$　　3 分

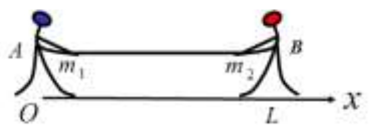
与水流方向间的夹角为：

$\theta=\pi-tg^{-1}\dfrac{v_{船对岸}}{v_{岸对水}}=116.6^\circ$　　2 分

（或直接写出矢量公式得满分 5 分）

3、解：建立坐标系如图所示：

由质心运动定理可得：



相遇时　$x_c=x_1=\dfrac{m_2}{m_1+m_2}L$

5 分

4、答：质点系中的内力总是成对出现的．根据牛顿第三定律一对内力的大小相等，方向相反，分别作用在两个质点上.　　2 分

这两个质点将受到等值反号的冲量（作用时间是相同的）. 根据动量定理这两个质点的动量变化一定是等值反号的. 因此它们的总动量变化一定是零即两质点的相互作用力不改变它们的总动量.　　2 分

上述分析对系统内任一对质点都成立，其总结果就是系统内力不改变系统的总动量.　　1 分

5、答：

(1)　因为重力对小球做功，故它的动能不守恒.　　1 分

（2）因为小球受有张力与重力并且合力不为零，故它的动量不守恒.　　1 分

(3)　因绳张力不做功，也不计非保守力的功，故机械能守恒.　　1 分

（4）因小球受的重力矩（对悬点）不为零，故小球对悬点的角动量不守恒．　2 分

6、解：对水桶和圆柱形辘轳分别用牛顿运动定律和转动定律列方程

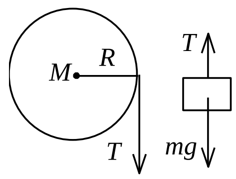
$mg-T=ma$　①　1 分

$TR=J\beta$　②　1 分

$a=R\beta$　③　1 分

由此可得　$T=m(g-a)=m\left[g-\left(TR\Delta/J\right)\right]$

那么　$T\left(1+\dfrac{mR^2}{J}\right)=mg$



将 $J=\dfrac{1}{2}MR^2$ 代入上式，得

$$T=\frac{mMg}{M+2m}=24.5\ \text{N}$$　2 分

三、计算题（共 40）

1、（本题 10 分）

解：　由牛顿第二定律得

$$f=ma=m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

即　$-kv^2=ma=m\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$　3 分

$$\frac{-kv^2}{m}=a=\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$

$a=\dfrac{dv}{dt}=\dfrac{dv}{dx}\dfrac{dx}{dt}=v\dfrac{dv}{dx}$　3 分

$$dx=\frac{v}{a}dv$$

对上式两边积分　$\int_0^x dx=\int_{v_0}^{v}\dfrac{v}{a}dv=\int_{v_0}^{v}\dfrac{m\,dv}{-kv}$　2 分

化简得　$x=-\dfrac{m}{k}\ln\dfrac{v}{v_0}$

所以　$v=v_0e^{-\frac{k}{m}x}$　2 分

2、（本题 10 分）

解：(1) 以煤车和Δt时间内卸入车内的煤为研究对象，水平方向煤车受牵引力 F 的作用，由动量定理：　$F\Delta t=(M+m_0\Delta t)\upsilon_0-M\upsilon_0$　2 分

求出：　$F=m_0\upsilon_0$　1 分

(2)　$P=F\upsilon_0=m_0\upsilon_0^2$　2 分

(3)　单位时间内煤获得的动能：　$E_K=\dfrac{1}{2}m_0\upsilon_0^2$　1 分

单位时间内牵引煤车提供的能量为　$E=P$　1 分

$E_K/E=\dfrac{1}{2}=50\%$　1 分

即有 50％的能量转变为煤的动能，其余部分用于在拖动煤时不可避免的滑动摩

擦损耗． 2 分

3、（本题 10 分）

解：(1) 木块下滑过程中，以木块、弹簧、地球为系统机械能守恒．选弹簧原长处为弹性势能和重力势能的零点，以 υ_1 表示木块下滑 x 距离时的速度，则 1 分

$$\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}M\upsilon_1^2-Mgx\sin\alpha=0$$ 2 分

求出：
$$\upsilon_1=\sqrt{2gx\sin\alpha-\frac{kx^2}{M}}=0.83\ \text{m/s}$$ 1 分

方向沿斜面向下． 1 分

(2) 以子弹和木块为系统，在子弹射入木块过程中外力沿斜面方向的分力可略去不计，沿斜面方向可应用动量守恒定律． 1 分

以 υ_2 表示子弹射入木块后的共同速度，则有：

$$M\upsilon_1-m\upsilon\cos\alpha=(M+m)\upsilon_2$$ 2 分

解出：
$$\upsilon_2=\frac{M\upsilon_1-m\upsilon\cos\alpha}{(M+m)}=-0.89\ \text{m/s}$$ 1 分

负号表示此速度的方向沿斜面向上． 1 分

4、（本题 10 分）

解：(1) 角动量守恒：

$$m'\upsilon l=\left(\frac{1}{3}ml^2+m'l^2\right)\omega$$ 2 分

∴
$$\omega=\frac{m'\upsilon}{\left(\frac{1}{3}m+m'\right)l}=15.4\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$$ 2 分

(2)
$$-M_r=\left(\frac{1}{3}ml^2+m'l^2\right)\beta$$ 2 分

$$0-\omega^2=2\beta\theta$$ 2 分

∴
$$\theta=\frac{\left(\frac{1}{3}m+m'\right)l^2\omega^2}{2M_r}=15.4\ \text{rad}$$ 2 分