华东师范大学期中试卷

2018—2019 学年 第 2 学期

课程名称：《大学物理 C》

学生姓名：____________________　　　　学　　号：____________________

专　　业：____________________　　　　年级/班级：____________________

课程性质：专业必修

一	二	三	四	五	六	七	八	总分	阅卷人

*****答案请于答题纸上书写*****

一．选择题.(单项选择，每题 2 分，共 20 分)

1．下列说法正确的是（　D　）

（A）加速度恒定不变时，物体的运动方向也不变。

（B）平均速率等于平均平均速度的大小。

（C）当物体的速度为零时，加速度必定为零。

（D）质点作曲线运动时，质点速度大小的变化产生切向加速度，速度方向的变化产生法向加速度。

2. 一质点在平面上运动，已知质点位置矢量的表示式为 $\bar{r}=at^2\bar{i}+bt^2\bar{j}(SI)$（其中 a、b 为常量），　则质点作（　B　）

（A）匀速直线运动；　　　　（B）变速直线运动；

（C）抛物线运动；　　　　　（D）一般曲线运动。

3．一个质点在做圆周运动时，则有（　B　）

(A) 切向加速度一定改变，法向加速度也改变

(B) 切向加速度可能不变，法向加速度一定改变

(C) 切向加速度可能不变，法向加速度不变

(D) 切向加速度一定改变，法向加速度不变

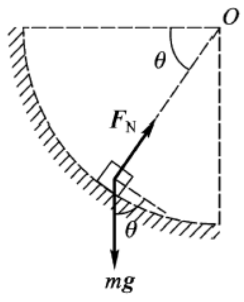
4．一物体沿固定圆弧形光滑轨道由静止下滑，在下滑过程中，则（　B　）

(A) 它的加速度方向永远指向圆心，其速率保持不变

(B) 它受到的轨道的作用力的大小不断增加

(C) 它受到的合外力大小变化，方向永远指向圆心

(D) 它受到的合外力大小不变，其速率不断增加



5. 对质点组有以下几种说法：

(1) 质点组总动量的改变与内力无关；

(2) 质点组总动能的改变与内力无关；

(3) 质点组机械能的改变与保守内力无关.

下列对上述说法判断正确的是(C)

(A) 只有(1)是正确的　　　　(B) (1)、(2)是正确的

(C) (1)、(3)是正确的　　　　(D) (2)、(3)是正确的

6. 把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度θ，然后由静止放手任其振动，从放手时开始计时。若用余弦函数表示其运动方程，则该单摆振动的初相为(C)

(A) π　(B) π/2　(C) 0　(D) θ

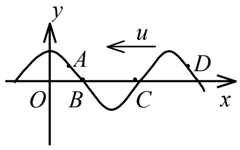
7. 横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播。t 时刻波形曲线如图。则该时刻(D)

(A) A 点振动速度大于零

(B) B 点静止不动

(C) C 点向下运动

(D) D 点振动速度小于零



8. 关于刚体对轴的转动惯量，下列说法中正确的是 (C)

（A）只取决于刚体的质量,与质量的空间分布和轴的位置无关

（B）取决于刚体的质量和质量的空间分布，与轴的位置无关

（C）取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置

（D）只取决于转轴的位置，与刚体的质量和质量的空间分布无关

9. 如图所示，一静止的均匀细棒，长为 L、质量为 M，可绕通过棒的端点且垂直于棒长的光滑固定轴 O 在水平面内转动，转动惯量为$ML^2/3$。一质量为 m、速率为 v 的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射出并穿出棒的自由端，设穿过棒后子弹的速率为 $v/2$，则此时棒的角速度应为 (B)

(A) $\dfrac{mv}{ML}$　(B) $\dfrac{3mv}{2ML}$

(C) $\dfrac{5mv}{3ML}$　(D) $\dfrac{7mv}{4ML}$

俯视图

10. 一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动，盘上站着一个人.把人和圆盘取作系统，当此人在盘上随意走动时，若忽略轴的摩擦，此系统(C)

(A) 动量守恒　(B) 机械能守恒　(C) 对转轴的角动量守恒

(D) 动量、机械能和角动量都守恒　(E) 动量、机械能和角动量都不守恒

$v=12t-6t^2.$

$a=12-12t.$

二．填空题.(每空 2 分，共 20 分)

1. 已知质点沿 x 轴作直线运动,其运动方程为$x=2+6t^2-2t^3$,式中 x 的单位为 m, t 的单位为 s．则，质点在 t＝4s 时速度 __-48m/s__ 和加速度 __-36m/s__ 。

2. 已知质点的运动方程为$\boldsymbol{r}=2t\boldsymbol{i}+(2-t^2)\boldsymbol{j}$，式中 r 的单位为 m，t 的单位为

$y=2-\frac{1}{4}x^2$

s． 求：(1) 质点的运动轨迹 $y=2-\frac{1}{4}x^2$ (2) t ＝2 s 时，质点的位矢 $\boldsymbol{r}_2 = 4\boldsymbol{i} - 2\boldsymbol{j}$。

3. 质量为 m 的小球，在合外力 F ＝$-kx$ 作用下运动，已知 x ＝$A\cos\omega t$，其中 k、ω、A 均为正常量，求在 t ＝0 到 $t=\frac{\pi}{2\omega}$ 时间内小球动量的增量 $\Delta(mv)=-\frac{kA}{\omega}$。

$F=-kA\cos\omega t \quad -kA\int_0^{\frac{\pi}{2\omega}}\cos\omega t\, dt$

$-\frac{kA}{\omega}\sin\omega t$

4. 质量为 m 物体和一个轻弹簧组成弹簧振子，其固有振动周期为 T. 当它作振幅为 A 自由简谐振动时，其振动能量 E = $2\pi^2 mA^2/T^2$。

5. 一质点同时参与了两个同方向的简谐振动，它们的振动方程分别为

$x_1 = 0.05\cos(\omega t+\frac{1}{4}\pi)$ $x_2 = 0.05\cos(\omega t+\frac{9}{12}\pi)$

$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=T$

$0.4\ \cancel{0.05}\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$

其合成运动的运动方程为 x = $0.05\sqrt{2}\cos(\omega t+\pi/2)$。

$\frac{m}{k}=\frac{T^2}{4\pi^2}$ $\frac{4\pi^2 m}{T^2}=k$

方向!!真大意

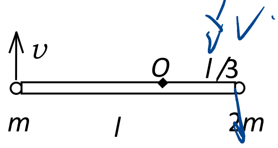
6. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播。已知 x = −1 m 处质点的振动方程为：$y=A\cos(\omega t+\phi)$，若波速为 u，则此波的表达式为 $y=A\cos\{\omega[t+(1+x)/u]+\phi\}$。

$A\cos(\omega t+(x+1)\frac{\omega}{u}+\varphi)$.

守恒条件：
"合外力矩"

7. 一飞轮以角速度ω_0绕光滑固定轴旋转，飞轮对轴的转动惯量为 J；另一静止飞轮突然和上述转动的飞轮啮合，绕同一转轴转动，该飞轮对轴的转动惯量为前者的二倍。啮合后整个系统的角速度 ω = $\omega_0/3$。

8. 质量分别为 m 和 $2m$ 的两物体(都可视为质点)，用一长为 l 的轻质刚性细杆相连，系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴 O 转动，已知 O 轴离质量为 2m 的质点的距离为 $l/3$，质量为 m 的质点的线速度为 v 且与杆垂直，则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小为 mvl。



俯视图

$mv\frac{2}{3}l+\frac{l}{3}2mv$

三.（12 分） 一质量为 10 kg 的质点在力 F 的作用下沿 x 轴作直线运动，已知 F ＝120t ＋40，式中 F 的单位为N，t 的单位的 s． 在 t ＝0 时，质点位于 x ＝ 5.0 m 处，其速度 v_0＝6.0 m• s −1 ． 求质点在任意时刻的速度和位置.

解 因加速度$\boldsymbol{a}$＝d$\boldsymbol{v}$/dt，在直线运动中，根据牛顿运动定律有

$120t+40=10\frac{dv}{dt}$ $(12t+4)\,dt=dv$

$\int_0^t(12t+4)\,dt=\int_6^v dv$

$\therefore 6t^2+4t = v-6.$

$v=6t^2+4t+6.$

$$120t+40=m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} \quad \text{......} \quad 3分$$

$\int_5^x dx = \int_0^t (6t^2+4t+6)\,dt.$

依据质点运动的初始条件，即 $t_0=0$ 时 $v_0=6.0\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$，运用分离变量法对上式积分，得

$x-5=(2t^3+2t^2+6t).$

$$\int_{v_0}^{v}\mathrm{d}v=\int_0^t(12.0t+4.0)\mathrm{d}t \quad \text{......} \quad 2分$$

$$v=6.0+4.0t+6.0t^2 \quad \text{......} \quad 1分$$

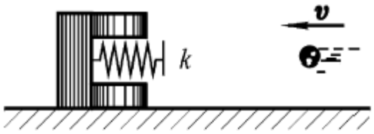
又因 $v=\mathrm{d}x/\mathrm{d}t$，并由质点运动的初始条件：$t_0=0$ 时 $x_0=5.0$ m，对上式分离变量后积分，有

$$\int_{x0}^{x}\mathrm{d}x=\int_0^t\left(6.0+4.0t+6.0t^2\right)\mathrm{d}t \quad \text{......} \quad 2分$$

$$x=5.0+6.0t+2.0t^2+2.0t^3 \quad \text{......} \quad 1分$$

四.（12分）如图所示，质量为m、速度为v 的钢球，射向质量为m' 的靶，靶中心有一小孔，内有劲度系数为k 的弹簧，此靶最初处于静止状态，但可在水平面上作无摩擦滑动．求子弹射入靶内弹簧后，弹簧的最大压缩距离．

共速时，压缩最大.



$mv=(m+m')v_共$

$\frac{1}{2}mv^2-\frac{m+m'}{2}v_共^2=\frac{1}{2}k\Delta x^2.$

解　设弹簧的最大压缩量为 x_0．小球与靶共同运动的速度为 v_1．由动量守恒定律，有

$\Rightarrow \Delta x=$

$$mv=(m+m')v_1 \quad \text{......} \quad 4分$$

又由机械能守恒定律，有

$$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(m+m')v_1^2+\frac{1}{2}kx_0^2 \quad \text{......} \quad 6分$$

由式(1)、(2)可得

$$x_0=\sqrt{\frac{mm'}{k(m+m')}}\,v \quad \text{......} \quad 2分$$

速度方向反!

五．(10 分)一物体作简谐振动，其加速度最大值 $a_m=0.045\ m/s^2$，其振幅 $A=0.02$ m。若 $t=0$ 时，物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动。求：(1) 振动周期 T；(2) 速度的最大值 V_m；(3) 振动方程的数值式。

$0.02\times1.5=0.03\ m/s$

解 (1)　$a_m=\omega^2A \quad \therefore \omega=\sqrt{a_m/A}=1.5\ \mathrm{s^{-1}}$

$\therefore \quad T=2\pi/\omega=4.19$ s------------------------4 分

$x=0.02\cos(1.5t+\frac{\pi}{2}).$

(2)　$v_m=\omega A=0.03\ m/s$ --------------------------------3 分

(3)　$\phi=\frac{1}{2}\pi$，　$x=0.02\cos(1.5t+\frac{1}{2}\pi)$ (SI)-----------3 分

由题

设振动方程 $x=0.02\cos(\omega t+\varphi).\quad \varphi=-\frac{\pi}{2}$

$x = 0.02\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$,

$v = -0.02\omega\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ ⇒ $\omega^2 = 225$, $\omega = 15\ rad/s$.

$a = -0.02\omega^2\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

六．（10 分）一横波沿绳子传播，其波的表达式为 $y = 0.05\cos(100\pi t - 2\pi x)$ （SI）

（1） 求此波的振幅、波速、频率和波长；

（2） 求绳子上各质点的最大振动速度和最大振动加速度；

（3） 求 x_1 = 0.2 m 处和 x_2 = 0.7 m 处二质点振动的相位差。

$T = \frac{4\pi}{3}\ s$

解：(1) 已知波的表达式为： $y = 0.05\cos(100\pi t - 2\pi x)$

与标准形式： $y = A\cos(2\pi\nu t - 2\pi x/\lambda)$ 比较得：

$A = 0.05$ m， $\nu = 50$ Hz， $\lambda = 1.0$ m---------------------------各 1 分

$u = \lambda\nu = 50$ m/s---1 分

$A = 0.05$　$v = \frac{\omega}{k} = 50\ m/s$　$\lambda = 1\ m$　$\omega = 100\pi$

(2) $v_{max} = (\partial y/\partial t)_{max} = 2\pi\nu A = 15.7$ m /s-----------------2 分

$a_{max} = (\partial^2 y/\partial t^2)_{max} = 4\pi^2\nu^2 A = 4.93\times10^3$ m/s²------------2 分

同相：π奇数倍，反相：π偶数倍

(3) $\Delta\phi = 2\pi(x_2 - x_1)/\lambda = \pi$， 二振动反相--------------------------2 分

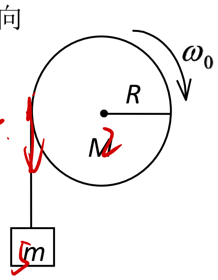
$-2\pi\times0.2 + 2\pi\times0.7 = 2\pi\times0.5 = \pi$

七．（10 分）一轴承光滑的定滑轮，质量为 M=2.00 kg，半径为 R=0.100 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=5.00 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 ω_0=10.0 rad/s，方向垂直纸面向里。求：

（1）定滑轮的角加速度的大小和方向；

（2）定滑轮的角速度变化到 ω =0 时，物体上升的高度；

（3）当物体回到原来位置时，定滑轮的角速度的大小和方向。



逆时针　$TR = \frac{Ma^2}{2}\beta$　$(mg - T) = m\beta R$　⇒ $mg - m\beta R = \frac{M}{2}\beta$

$\beta = \frac{250}{3}\ rad/s^2$　$\frac{5\times5\times9.8}{3}$

解：(1)　∵　$mg - T = ma$-----------------1 分

$TR = J\alpha$ -------------------2 分

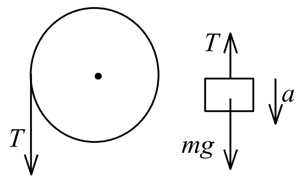
$a = R\alpha$ ------------------1 分

大物考试里 g取9.81

∴　$\alpha = mgR/(mR^2 + J) = \dfrac{mgR}{mR^2 + \frac{1}{2}MR^2} = \dfrac{2mg}{(2m+M)R} = 81.7$ rad/s²-----------------1 分

方向垂直纸面向外------------------1 分

不是在平面里　注意题干描述．



(2)　∵　$\omega^2 = \omega_0^2 - 2\alpha\theta$

当 ω=0 时， $\theta = \dfrac{\omega_0^2}{2\alpha} = 0.612$ rad

保留二位小数

物体上升的高度 $h = R\theta = 6.12\times10^{-2}$ m-----------------2 分　$t = \frac{\omega}{\beta}$

(3)　$\omega = \sqrt{2\alpha\theta} = 10.0$ rad/s，方向垂直纸面向外-----------------2 分

$x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\times\beta R\times\frac{\omega^2}{\beta^2} = \frac{R\omega^2}{2\beta} = \frac{10\times3}{2\times25\times9.8}$

八．讨论题（6分）

通过这一阶段大学物理课程的学习，你觉得自己有哪些收获？遇见哪些困难？（3 分）你对大学物理的学习与教学有什么建议？（3 分）