

考生序号 _____

福州大学 2014~2015 学年第二学期期末考试 A 卷

课程名称 大学物理 (上) 考试日期 2015.7.10

任课教师 _____

考生姓名 _____ 学号 _____ 专业或类别 _____

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分	累分人 签名
题分	40	10	10	10	10	10	10	100	
得分									

考生注意事项:

- 1、本试卷共 6 页, 请查看试卷中是否有缺页。最后一页是草稿纸, 将其撕下打草稿。
- 2、考试结束后, 考生不得将试卷和草稿纸带出考场。

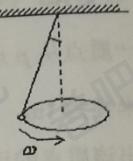
一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分)

得分	评卷人

1. 质点沿半径 R 的圆周运动, 路程 S 随时间 t 的变化规律为 $S = bt - \frac{1}{2}ct^2$ (SI), 式

中 b, c 为大于零的常量, 且 $b^2 > Rc$, 则该质点运动的切向加速度 $a_t = \underline{\hspace{2cm}}$, 法向加速度 $a_n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. 一质量为 m 的质点在指向圆心的平方反比例力 $F = -k/r^2$ 的作用下, 作半径为 r 的圆周运动。此质点的速率 $v = \underline{\hspace{2cm}}$, 若取距圆心无穷远处为势能零点, 系统的机械能 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

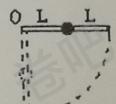


3. 图示为一圆锥摆，质量为 m 的小球在水平面内以角速度 ω 匀速率转动。在小球转动一周的过程中，小球动量增量的大小等于 _____，小球所受重力的冲量的大小等于 _____，小球所受绳子拉力的冲量的大小等于 _____。

4. 若作用于一力学系统上的外力的合力为零，则外力的合外力矩 _____（填“一定”或“不一定”）为零；这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是 _____。

5. 把一个静止质量为 m_0 的粒子，由静止加速到 $0.6c$ ，需做的功为 _____。

6. 图中细棒和小球的质量均为 m ，细棒长为 $2L$ 。细棒和小球构成的系统可绕 O 轴在竖直面内自由转动，则系统绕 O 轴转动的转动惯量 $J = \dots$ ，系统从水平位置静止释放，转到竖直位置时系统的角速度 $\omega = \dots$



7. 已知入射波的表达式 $y_1 = 0.02 \cos(\pi t - \frac{\pi}{2}x)$ (SI)，若 $x=1m$ 为波节，则反射波的表达式为 $y_2 = \dots$ ，则合成驻波的表达式为

$y_{\text{合}} = \dots$ ， $x=2m$ 处质元合振动表达式为 $y = \dots$ 。

8. 用很薄的玻璃片盖在双缝干涉装置的一条缝上，这时屏上零级条纹移到原来第七级明纹的位置上。如果入射光的波长 $\lambda=550\text{nm}$ ，玻璃片的折射率 $n=1.58$ ，则此玻璃片的厚度为 _____ nm。

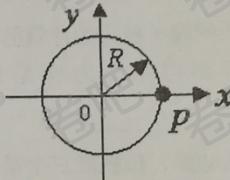
9. 波长 $\lambda=550\text{nm}$ 的单色光垂直入射于光栅常数为 $a+b=2\times 10^{-4}\text{cm}$ 的平面透射光栅上，可观察到光谱线的最高级次为第 _____ 级，共有 _____ 条主级大亮纹。

10. 一束自然光自空气射向薄膜表面，当入射角为 53° 时发现反射光为完全偏振光，则折射角为 _____，膜的折射率为 _____。

二. 计算题 (每题 10 分, 共 60 分)

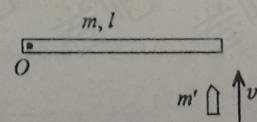
二. 一质点从 P 点出发, 以匀速率 0.1m/s 沿顺时针方向做圆周运动 (如图), 圆周的半径为 1m , 求当它走过 $3/4$ 圆周时的位移、路程、平均速度以及瞬时速度, 并写出该质点的运动方程。

得分	评卷人



三. 一根放在水平光滑桌面上的匀质棒, 可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 O 转动。棒的质量为 $m=1.5\text{ kg}$, 长度为 $l=1.0\text{ m}$ 。初始时棒静止。今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端, 并留在棒中, 如图所示。子弹的质量为 $m'=0.020\text{ kg}$, 速率为 $v=400\text{ m/s}$ 。求: (1) 棒开始和子弹一起转动时角速度 ω 多大? (2) 若棒转动时受到大小为 $M_f=40N \cdot m$ 的恒定阻力矩作用, 棒能转过多大的角度 θ ?

得分	评卷人



四. 在宇宙飞船上的人从飞船后端向前端的靶子发射一子弹，此人测得飞船的长度为 $90m$ ，子弹速度为 $0.6c$ ，求：(1) 飞船上的观察者测得子弹的飞行时间 $\Delta t'$ 是多少？(2) 当飞船相对地球以 $0.8c$ 速度飞行时，地球上的观察者测得子弹飞行的时间 Δt 和飞行的距离 Δx 分别为多少？

得分	评卷人

五. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, $t=0$
时波形如图所示, 波速 $u=100\text{m/s}$. 求:

得分	评卷人

(1) 在图中分别标出波 $x=0$ 和 $x=2\text{m}$ 处两质元下一时刻的运动方向;

(2) $x=0$ 处质元振动的初位相 $\phi_0 = \underline{\hspace{2cm}}$;

(3) $x=0$ 和 $x=2\text{m}$ 处质元振动的相位差 $\Delta\phi = \underline{\hspace{2cm}}$;

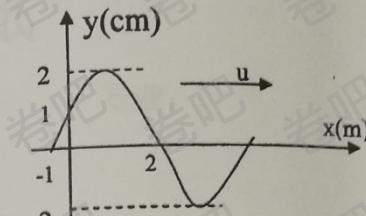
(4) 波函数的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (SI)}$

(5) 波函数的表达式 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ (SI)}$

(不必写计算过程)

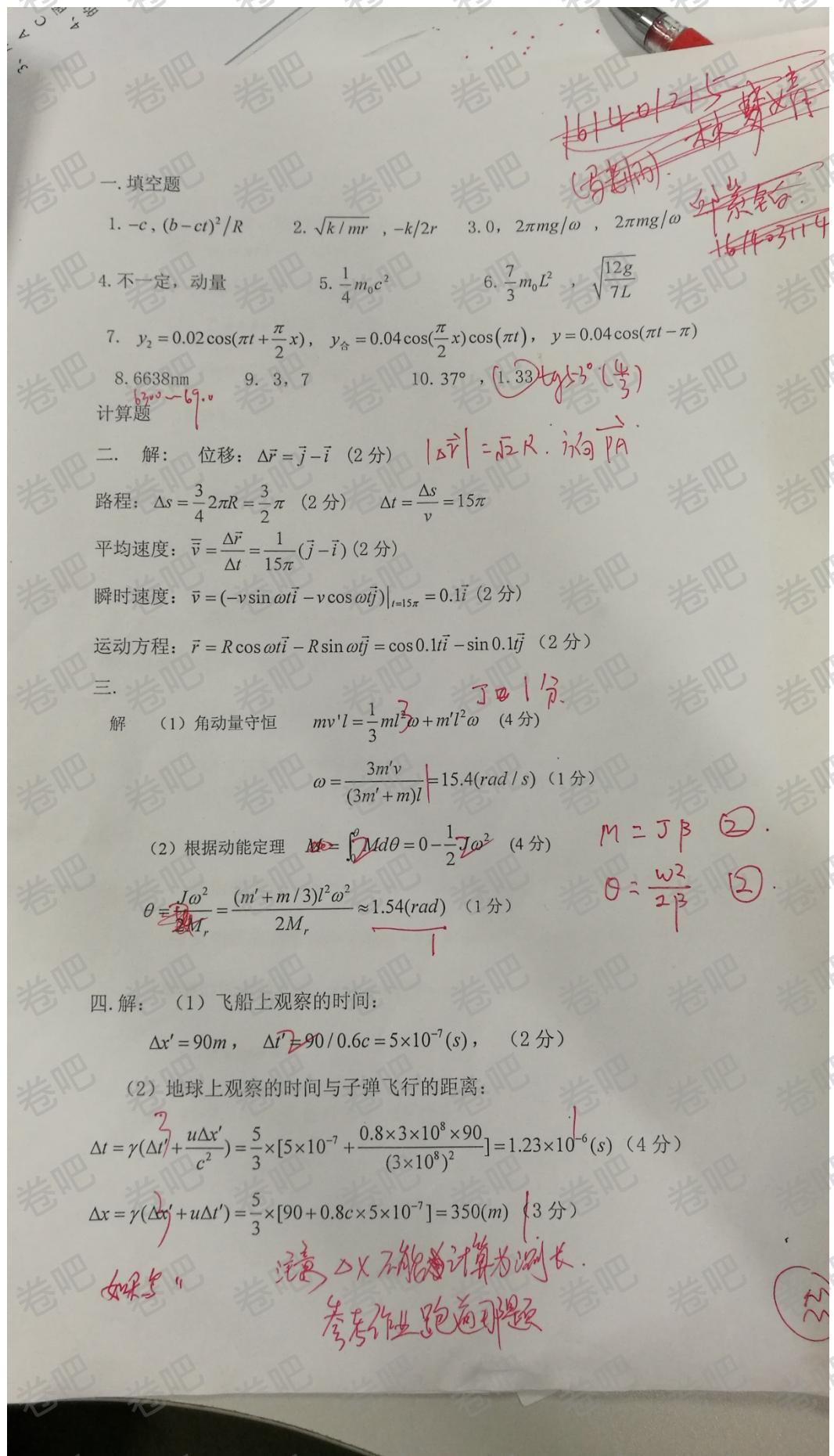
六. 白光垂直照射在空气中厚度为 $0.4\mu\text{m}$ 的玻璃片上, 玻璃片的折射率 $n=1.5$,
在可见光范围内 ($\lambda = 400\text{nm} \sim 760\text{nm}$), 求: (1) 哪些波长的光在反射中增强;
(2) 哪些波长的光在透射中增强。

得分	评卷人



七. 若有一波长为 $\lambda=600\text{nm}$ 的单色平行光垂直入射在宽度 $a=0.60\text{mm}$ 的单缝上，单缝后面放置一凸透镜，焦距 $f=40\text{cm}$ 。求：(1) 屏上中央明纹的宽度；(2) 若在屏上 P 点观察到一明纹，且 OP 距离为 1.4mm (O 为焦点)，问 P 点处是第几级明纹？对 P 点而言单缝处波面可分成几个半波带？

得分	评卷人



五. 解: (1) $x=0$ 处, 运动方向 \downarrow ; $x=2$ 处, 运动方向 \uparrow (2 分)

(2) $\varphi_0 = \pi/3$ (2 分)

(3) $\Delta\varphi = 5\pi/6$ (2 分)

(4) $T = 4.8 \times 10^{-2} s$ (2 分)

(5) $y = 0.02 \cos[\frac{125}{3}\pi(t - \frac{x}{100}) + \frac{\pi}{3}]$ 或 $y = 0.02 \cos(\frac{125}{3}\pi t - \frac{5}{12}\pi x + \frac{\pi}{3})$ (2 分)

图中 t 不为 x 轴坐标

六. 解: (1) 反射光加强的条件 $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, (3 分)

得 $\lambda = \frac{2ne}{(k-1/2)} = \frac{1200}{(k-1/2)}$ (nm), (1 分)

得 $k=3$ 时, $\lambda=480$ nm (1 分)

(2) 透射光加强, 反射光减弱 $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (3 分)

得 $\lambda = \frac{2ne}{k} = \frac{1200}{k}$ (nm),

得 $k=2$ 时, $\lambda=600$ nm; $k=3$ 时, $\lambda=400$ nm (2 分)

七.

解: (1) 一级衍射暗纹的条件 $a \sin \varphi = \pm \lambda$ (3 分)

中央明纹的宽度 $\Delta x = 2ftg\varphi \approx 2f \sin \varphi = 2f \frac{\lambda}{a} = 8 \times 10^{-4}$ (m) (2 分)

(2) 单缝衍射明纹公式 $a \sin \varphi = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (3 分)

$\sin \varphi \approx tg\varphi = \frac{x}{f}$

解得 $k=3$, 半波带数目为 7 (2 分)

1. $\ddot{a} = \frac{d\dot{v}}{dt} = \frac{dv}{dt}\dot{e}_t + \frac{\dot{v}^2}{R}\dot{e}_n = a_t\dot{e}_t + a_n\dot{e}_n$

$$V = \frac{ds}{dt} = b - ct$$

$$a_t = \frac{dv}{dt} = -c, \quad a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{(b-ct)^2}{R}$$

2. $\because F = -\frac{k}{r^2}\dot{e}_n = m\ddot{a}_n = -m\frac{\dot{V}^2}{R}\dot{e}_n$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{R}{mr}}$$

$$E = E_k + \dot{E}_P = \frac{1}{2}mv^2 + \int_R^\infty -\frac{k}{r^2}dr$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\frac{k}{r}\right) = \frac{k}{2R}$$

3. $\because \Delta \vec{P} = m\Delta \vec{V}$

转过一周 $\therefore \Delta \vec{V} = 0, \quad \therefore \Delta \vec{P} = 0.$

$$\vec{I}_{\text{重}} = mg\vec{a}_t = mg\frac{2\pi}{\omega}$$

$$|\vec{I}_{\text{重}}| = mg\frac{2\pi}{\omega}$$

\therefore 小球转过一周，拉力做功且 $\Delta \vec{P} = 0$

$$\vec{I}_{\text{拉}} = \Delta \vec{P} = 0.$$

$$\therefore \vec{I}_{\text{重}} + \vec{I}_{\text{拉}} = 0 \Rightarrow |\vec{I}_{\text{拉}}| = mg\frac{2\pi}{\omega}$$

4. 不定力场

$$\begin{array}{l} \text{动量} \\ \text{角动量} \end{array}$$
$$\frac{\partial \vec{P}_1}{\partial t} = \vec{F}_1 \quad \vec{M} dt = d\vec{L}$$

机械能 只有保守力做功才能得到机械能守恒

5. 动能为 $E_k = E - E_0$

$$\begin{aligned} &= mc^2 - moc^2 \\ &= \frac{mo}{\sqrt{1 - (\frac{0.6c}{c})^2}} c^2 - moc^2 \\ &= \frac{0.8}{c} c^2 - moc^2 = \frac{1}{\varphi} moc^2 \end{aligned}$$

根据动能定理，动能增量 = 外力做功

6. 根据转动能量叠加原理

$$J_{总} = J_{球} + J_{杆}$$

$$= mL^2 + \frac{1}{3}m(2L)^2 = \frac{7}{3}mL^2$$

× 刚体动能 = 把全部质量集中在质心的动能 $\therefore 2mgL = \frac{1}{2}J_{总} \omega^2$

$$\Rightarrow w = \sqrt{\frac{12g}{7L}}$$

7. 入射波 $y_1(x,t) = 0.02 \cos(\omega t - \frac{\lambda}{2}x)$

$\therefore x=0$ 处振动为 $y_{1(0,t)} = 0.02 \cos(\omega t)$

\therefore 散射波 $y_2(x,t) = 0.02 \cos(\omega t + \frac{\lambda}{2}x)$ 无半波损失

或 $y_2(x,t) = 0.02 \cos(\omega t + \frac{\lambda}{2}x + \pi)$ 有半波损失

$\therefore y_1 + y_2 = 0.04 \cos \frac{\lambda}{2}x \cos \omega t$ 和差化积

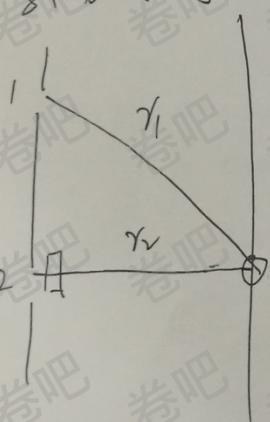
或 $y_1 + y_2 = 0.04 \cos(\frac{\lambda}{2}x + \frac{\pi}{2}) \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$\therefore x=1$ 时为波节

$\therefore y_1 + y_2 = 0.04 \cos \frac{\lambda}{2}x \cos \omega t$

$\therefore y_{1(2,t)} = -0.04 \cos \omega t = 0.04 \cos(\omega t + \pi)$

8. 加强减弱



$$y_1 - y_2 = \gamma_1$$

加强减弱

$$y_1 = y_2 - d + nd$$

$$\Rightarrow d = \frac{\gamma_1}{n-1} = 6638 \text{ nm}$$

9. $d \sin\theta = k\lambda$

当 $\theta = 90^\circ$ 时 $k = 3.6$

最高为第3级，7条纹

10. \because 入射 + 折射 = 90°

\therefore 折射角 = $90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$ \therefore 折射率为 $n_2 \sin 53^\circ = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$