

合肥工业大学《大学物理 B（上）》



2016-2017 学年第二学期期末考试 A 卷

答案 P5

一、简答题(40 分，每题 10 分，共 4 题)

1、质点的动量守恒和角动量守恒的条件各是什么？质点的动量和角动量能否同时守恒？试说明之。

2、万有引力定律、牛顿运动定律、狭义相对论质能关系式中均出现质量 m 这个物理量。

(1) 如何理解引力质量与惯性质量？二者是否相等？

(2) 质量亏损的含义？它和原子能利用的关系？

3、简述理想气体的微观模型？

4、在下列情况中，同一单摆的周期是否相同？试比较大小？

(1) 分别处在教室、速度不变的火车上、匀加速水平前进的火车上

(2) 在地球表面和月球表面上

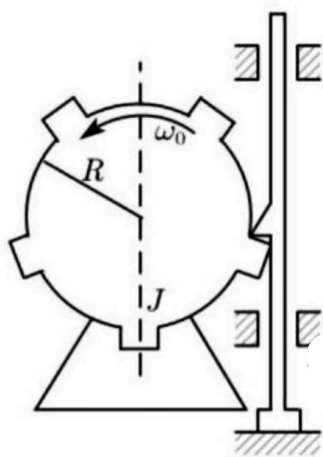
(3) 如何理解加速度与重力加速度？二者有何关联？

二、计算题(60 分, 每题 10 分, 共 6 题)

1、(10 分)一质量为 m 的陨石从距地面高 h 处, 由静止开始落向地面. 设地球半径为 R , 引力常数为 G_0 , 地球质量为 m' , 忽略空气阻力. 求:

- (1) 陨石下落过程中, 万有引力作的功是多少?
- (2) 陨石落地的速度?

2、(10 分)如图所示的打桩装置, 半径为 R 的带齿轮转盘绕中心轴的转动惯量为 J , 转动角速度为 ω_0 , 夯锤的质量为 m , 开始处于静止状态. 当转盘与夯锤碰撞后, 问夯锤的速度能有多大?



3、(10 分)某人测得一静止棒长为 l , 质量为 m , 于是求得此棒线密度为

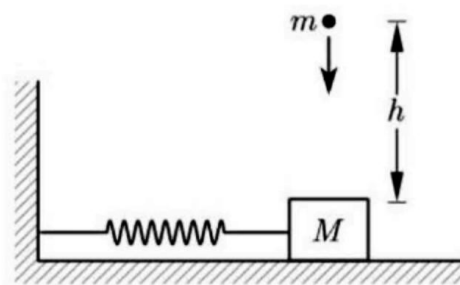
$\rho_l = \frac{m}{l}$, 假定此棒以速度 v 在棒长方向上运动, 此人再测棒的线密度应为多少? 若棒在垂直长度方向上运动, 它的线密度又为多少?

4、(10 分)一热机每秒从高温热源($T_1 = 600K$)吸取热量 $Q_1 = 3.34 \times 10^4 J$ ，做功后向低温热源($T_2 = 300K$)放出热量 $Q_2 = 2.09 \times 10^4 J$ 。

(1) 它的效率是多少？它是不是可逆机？

(2) 如果尽可能地提高了热机地效率，每秒从高温热源吸热 $3.34 \times 10^4 J$ ，则每秒最多能作多少功？

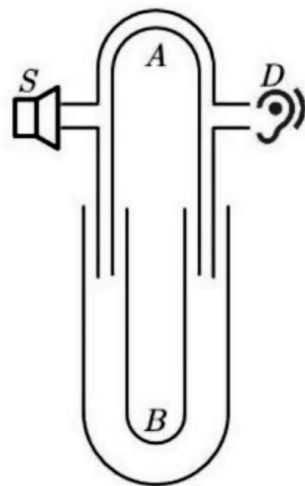
5、(10 分)一个水平面上的弹簧振子，弹簧的劲度系数为 k ，所系物体的质量为 m_0 ，振幅为 A ，有一质量为 m 的小物体从高度 h 处自由下落.当振子在最大位移处，物体正好落在 m_0 上，并粘在一起，这时系统的振动周期、振幅和振动能量有何变化？



6、(10 分) 图为声音干涉仪，用以演示声波的干涉。 S 处为扬声器， D 处为声音探测器，如耳或话筒，路径 SBD 的长度可以变化，但路径 SAD 是固定的。干涉仪内有空气，且知声音强度在 B 的第一位置时为极小值 100 单位，而渐增至 B 距第一位置为 0.0165m 的第二位置时，有极大值 900 单位。求：

(1) 声源发出的声波频率

(2) 抵达探测器的两波的相对振幅（设声波在传播过程中振幅不变，声速 $u = 331\text{m/s}$ ）



2016-2017 学年第二学期期末考试 A 卷参考答案

一、简答题(40 分, 每题 10 分, 共 4 题)

- 1、【解析】质点的动量守恒条件是: 质点所受到的合力为零 (4 分)
角动量守恒的条件是: 质点在运动过程中所受到的合力对某参考点的合力矩为零 (4 分)
要使质点的动量和角动量同时守恒, 唯一的情况是质点所受的合外力为零. 例如, 质点做
匀速直线运动, 这时动量和角动量都满足守恒 (2 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点三 3.3——动量与冲量、知识点四——刚体力学.

- 2、【解析】(1) 引力质量 $m_{\text{引}}$ 是在引力相互作用中引起产生引力大小有关的物质的量; 惯性质量 $m_{\text{惯}}$
是描述质点 (物体) 运动性质 (惯性) 的量度. 在数值上 $m_{\text{引}} = m_{\text{惯}}$ (6 分)

(2) 在质能关系 $E = mc^2$ 或 $\Delta E = \Delta mc^2$ 中, $\Delta m = \sum m_{0i} - m_0$ 称为质量亏损, 即在这
个过程中体系的总静止质量 (绝对) 减少了 Δm , 并以能量值为 $\Delta E = \Delta mc^2$ 从系统中释
放出来, 释放出的 ΔE 即为原子能 (4 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点二 2.2——基本力和常见力、知识点六 6.4——狭义相对论动力
学基础.

- 3、【解析】大量分子组成, 所有气体分子是全同粒子; 分子体积 (线度) 相比平均间距可忽略 (或
不考虑分子大小); 通常情况下分子是自由的, 分子碰撞看作弹性碰撞 (10 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.2——理想气体系统.

- 4、【解析】(1) 设 T_1 、 T_2 、 T_3 分别为题中的三个周期, 因受力情况相同 $\Rightarrow T_1 = T_2$; 加速火车上受
一个水平惯性力, 周期减小, 则 $T_1 = T_2 > T_3$ (3 分)

$$(2) T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, \quad g_{\text{地}} > g_{\text{月}} \quad \therefore T_{\text{地}} < T_{\text{月}} \quad (3 \text{ 分})$$

(3) 加速度 a 是描述物体 (质点) 运动状态变化的物理量; 重力加速度 g 是与引力相互

作用相关的物理量, 如在地球表面上 $g = G \frac{M_{\text{地}}}{R_{\text{地}}^2}$. 二者在广义相对论的相对性原理 (等效

原理) 中统一起来了 (这句话只占 1 分) (4 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.1——简谐振动.

二、计算题(60 分, 每题 10 分, 共 6 题)

- 1、【解析】(1) $W_{\text{万}} = -\Delta E_{\text{万}} = -\left(-G_0 \frac{mm'}{R} + G_0 \frac{mm'}{R+h}\right) = G_0 mm' \frac{h}{R(R+h)}$ (6 分)

$$(2) W_{\text{万}} = \frac{1}{2}mv^2 = G_0 mm' \frac{h}{R(R+h)}, \quad v = \sqrt{\frac{2G_0 m'h}{R(R+h)}} \quad (4 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点三 3.2——势能与机械能守恒定律.

2、【解析】碰撞后二者共同运动, 角速度 ω , 由角动量守恒:

$$J\omega_0 = (mR^2 + J)\omega \Rightarrow \omega = \frac{J\omega_0}{J + mR^2} \quad (6 \text{ 分})$$

$$\text{夯锤速度 } v = \omega R = \frac{J\omega_0 R}{J + mR^2} \quad (4 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点四 4.2——刚体动力学.

3、【解析】(1) 尺缩效应: $l_1 = l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$; 质增效应: $m_1 = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$$\therefore \text{水平运动时: } \rho_{11} = \frac{m_1}{l_1} = \frac{m}{l(1 - \frac{v^2}{c^2})} \quad (6 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 只质增, 无尺缩: } \rho_{12} = \frac{\frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}}{l} = \frac{m}{l\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (4 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.3——狭义相对论的时空观.

4、【解析】(1) 效率为: $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 37\% < 1 - \frac{T_2}{T_1} = 50\%$, \therefore 该热机不可逆 (6 分)

(2) 尽可能提高效率, 则变为理想热机, $\eta_c = 50\%$

$$\text{每秒最多做功 } W = \eta_c \cdot Q_1 = 1.67 \times 10^4 J \quad (4 \text{ 分})$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.4——热力学第二定律.

5、【解析】原来 $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_0}{k}}$, 加了 m 之后 $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m + m_0}{k}} > T_1$, 周期变长 (5 分)

而之后振动初始位置相同 (初始条件相同), 故振幅后为 A , 根据 $E = \frac{1}{2}kA^2$ 可知能量不

变. 综上, 振动的周期变长, 振幅和能量不变 (5 分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.1——简谐振动.

6、【解析】(1) 根据几何关系可知: $0.0165m$ 的二倍为波程差, 而由干涉原理:

$$2 \times 0.0165 = \frac{\lambda}{2}, \therefore \lambda = 6.6 \times 10^{-2} m, \therefore v = \frac{u}{\lambda} = \frac{331}{6.6 \times 10^{-2}} = 5015.15 Hz \quad (6 \text{ 分})$$

$$(2) \frac{I_1}{I_2} = \frac{(A_1 - A_2)^2}{(A_1 + A_2)^2} = \frac{100}{900}, \therefore \frac{|A_1 - A_2|}{A_1 + A_2} = \frac{1}{3} \therefore A_1 : A_2 = 2 : 1 \text{ 或 } 1 : 2 \quad (4$$

分)

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4——波的衍射和干涉.