

# 《大学物理 B (上)》

## 2020-2021 学年第二学期期末考试试卷 (宣区)

### 一、问答题 (10 分)

写出五大守恒定律, 并说明它们成立的条件。

### 二、问答题 (10 分)

- (1) 在某一惯性系中同时、同地发生的事件在所有其他惯性系中也一定是同时、同地发生的;
  - (2) 在某一惯性系中有两个事件, 同时发生在不同地点, 而在对该系有相对运动的其他惯性系中, 这两个事件却一定不同时。
- 判断正误, 并说明理由。

### 三、问答题 (10 分)

气体分子的最概然速率, 平均速率以及方均根速率各是怎样定义的? 它们的大小由哪些因素决定? 各有什么用处?





#### 四、问答题 (10 分)

说明简谐振动、平面简谐波、驻波的能量特性。

#### 五、计算题 (10 分)

一物体在粘性流体中沿直线运动，其加速度和速度的关系式为  $a = -kv^2$ ，式中  $k$  为正值常数。

已知  $t=0$  时， $x=x_0$ ， $v=v_0$ ，求物体在任意时刻的速度和运动方程。

$$a = \frac{dv}{dt} = -kv^2 \quad \frac{dv}{v^2} = -k \cdot dt$$

$$\int_{v_0}^v \frac{dv}{v^2} = \int_0^t -k dt$$

#### 六、计算题 (10 分)

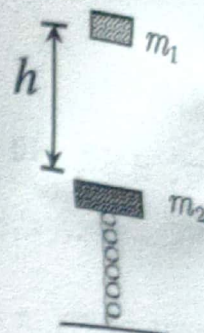
一根轻绳跨过摩擦可被忽略的轻滑轮，在绳的一端挂一质量为  $m_1$  的物体，在另一侧为质量为  $m_2$  的环，求当环以相对于绳子恒定的加速度  $a_2$  沿绳向下滑动时，物体和环相对地面的加速度各是多少？环与绳的摩擦力多大？





### 七、计算题 (10 分)

一劲度系数为  $k$  的轻弹簧，一端固定在桌面上，另一端与一质量为  $m_1$  的平板相连。现有一质量为  $m_2$  的物体在距平板  $h$  处由静止开始自由下滑。(1) 当物体与平板发生完全弹性碰撞时，(2) 当物体与平板发生完全非弹性碰撞时，问弹簧被压缩的长度是多少？



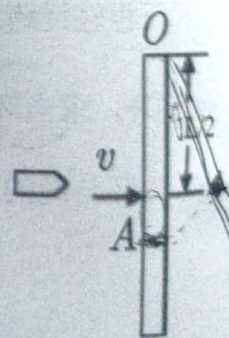
### 八、计算题 (10 分)

一长为  $L$  的均匀木棒，质量为  $M$ ，可绕水平轴  $O$  在竖直面内转动，开始时棒自然竖直悬垂。现有质量为  $m$  的子弹，以  $v$  的速度从  $A$  点射入棒中，假定  $A$  点与  $O$  点距离为  $L/2$ ，求：

- (1) 棒开始运动时的角速度；
- (2) 棒的最大偏转角。

$$m v \frac{L}{2} = J \omega$$

$$J = m \frac{L^2}{4} + \frac{1}{3} M L^2$$





### 九、计算题 (10 分)

$$Q = A + \Delta E$$

有 25 mol 的某种单原子气体，作如图的循环过程，其中  $ac$  为等温过程， $P_1 = 4.15 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $V_1 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ ， $V_2 = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 。求：

(1) 各过程的热量，内能改变以及所做的功；

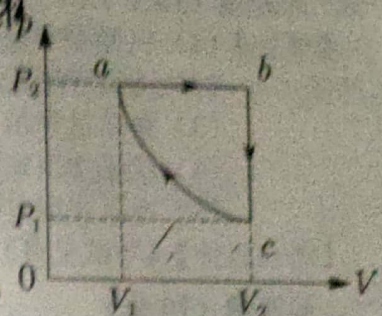
(2) 循环的效率。

$$P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$\text{热量: } \frac{5}{2} ( )$$

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

做功过程



$$P = \frac{1}{V}$$

$$\int_{V_2}^{V_1} \frac{1}{V} dV$$

$$\frac{P_2 (V_2 - V_1)}{Q_{bc} + Q_{ac}}$$

### 十、计算题 (10 分)

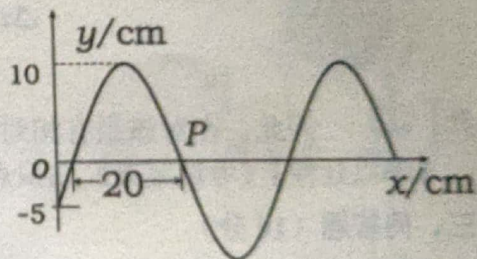
$$\frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

已知一沿  $x$  轴正向传播的平面余弦波在  $t = 1/3 \text{ s}$  时的波形如图，且  $T = 2 \text{ s}$ 。

(1) 写出坐标原点振动表达式；

(2) 写出波动表达式；

(3) 写出  $P$  点振动表达式。





### 一、问答题 (10 分)

- 【解析】(1) 机械能守恒定律, 条件: 只有重力或弹力做功;  
 (2) 动量守恒定律, 条件: 系统不受外力或所受外力之和为零;  
 (3) 角动量守恒定律, 条件: 合外力矩等于零。  
 (4) 能量守恒定律, 条件: 适用于一切条件。  
 (5) 电荷守恒定律, 条件: 孤立系统。

【考点延伸】《考试宝典》知识点三 动量和能量守恒

### 二、问答题 (10 分)

【解析】(1) 正确。

在一个惯性系中同时、同地发生的事件, 即  $\Delta x = 0$ ,  $\Delta t = 0$ , 则在另一惯性系中,

$$\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 0, \quad \Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 0$$

因此, 所有其他惯性系中也一定是同时、同地发生的;

(2) 正确。

在一惯性系中同时发生在不同地点的两个事件, 即  $\Delta x \neq 0$ ,  $\Delta t = 0$ , 在另一惯性系中,

$$\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \neq 0, \quad \Delta t' = \frac{\Delta t - \frac{v}{c^2}\Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \neq 0$$

因此, 在该系有相对运动的其他惯性系中, 这两个事件一定不同时。

【考点延伸】《考试宝典》知识点六 6.1 洛伦兹变换

### 三、问答题 (10 分)

【解析】(1) 最概然速率

定义: 最概然速率是指平衡态下气体分子速率分布函数  $f(v)$  最大值对应的速率;

影响因素: 温度、气体的分子质量;

应用: 可以通过最概然速率的大小来比较不同情况下的速率分布。

(2) 平均速率

定义: 平均速率是指在平衡态下, 大量分子速率的算术平均值;

影响因素: 温度、气体的分子质量;

应用: 可用于讨论平均自由程, 计算平均碰撞次数。

(3) 方均根速率

定义: 方均根速率就是各种分子速率的二次方的平均值再开根号得到的速率, 是一种统计速率, 对单个分子没有意义;

影响因素: 温度、气体的分子质量;

应用: 用于计算分子的平均平动动能。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.3 分子三个特征速率

### 四、问答题 (10 分)

【解析】简谐振动系统的动能和势能是可以相互转化的, 但在转化的过程中系统总能量是守恒的。





平面简谐波质元的振动动能和弹性势能则是同步变化，同时达最大值，同时达最小值，不满足能量守恒，在波动的过程中实际是区域内媒质沿一定方向的能量的传递，因此这种波动也称为行波。

驻波则是满足一定条件的相干波叠加后形成的，相邻两波节之间的一段各质元相位相同，而相邻两段质元的相位相反，所以它没有波形的传播它的相邻两波节之间的能量是不变的，是守恒的，在驻波中不断进行着动能与势能之间的转换和在波腹与波节间转移，但是却没有能量的定向传播。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 振动与波动

## 五、计算题 (10 分)

【解析】 $a = \frac{dv}{dt} = -kv^2$ ，即  $\frac{dv}{v^2} = -k dt$ ， $\int_{v_0}^v \frac{dv}{v^2} = \int_0^t -k dt$ ， $\therefore v = \frac{v_0}{1 + kv_0 t}$

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{v_0}{1 + kv_0 t}, \int_{x_0}^x dx = \int_0^t \frac{v_0}{1 + kv_0 t} dt, \therefore x = x_0 + \frac{1}{k} \ln(1 + kv_0 t).$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点一 1.1 描述质点运动的物理量

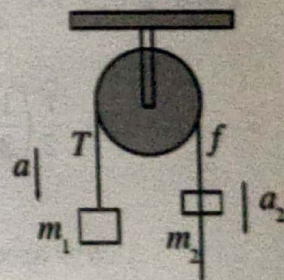
## 六、计算题 (10 分)

【解析】设  $m_1$  向下加速度为  $a$ ，摩擦力为  $f$ 。已知  $m_2$  相对于绳子的加速度为  $a_2$ ，则根据相对运动原理可知  $m_2$  相对于地面的加速度为  $a_2 - a$ 。由此得到动力学方程如下：

$$\begin{cases} m_1 g - T = m_1 a \\ m_2 g - f = m_2 (a_2 - a) \\ f = T \end{cases}$$

$$\text{解得：} a = \frac{m_1 g - m_2 g + m_2 a_2}{m_1 + m_2}, a_2 - a = \frac{m_1 a_2 - m_1 g + m_2 g}{m_1 + m_2},$$

$$f = \frac{m_1 m_2 (2g - a_2)}{m_1 + m_2}.$$



【考点延伸】《考试宝典》知识点二 2.1 牛顿第二定律

## 七、计算题 (10 分)

【解析】 $m_1$  自由下落的过程有， $m_1 gh = \frac{1}{2} m_1 v_0^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$

(1) 若为完全弹性碰撞，则动量守恒、能量守恒

$$m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\therefore v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0, v_2 = \frac{2m_1 v_0}{m_1 + m_2}$$





物体和平板向下运动的过程中, 设弹簧被压缩长度为  $x$ ,  $m_2 g = kx_0$ ,

$$\frac{1}{2} m_2 v_2^2 + m_2 g x + \frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} k (x + x_0)^2$$

$$\therefore x = \frac{2m_1 \sqrt{2gh}}{m_1 + m_2} \sqrt{\frac{m_2}{k}}$$

(2) 若为完全非弹性碰撞, 碰后物体与平板以共同速度运动,  $m_2 g = kx_0$ ,

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + (m_1 + m_2) g x + \frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} k (x + x_0)^2$$

$$\therefore x = \frac{m_1 g}{k} \left( 1 + \sqrt{\frac{2kh}{(m_1 + m_2)g}} + 1 \right)$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点三 3.3 碰撞

#### 八、计算题 (10 分)

【解析】(1)  $mv \frac{L}{2} = \left( \frac{1}{3} ML^2 + m \frac{L^2}{4} \right) \omega$ ,  $\therefore \omega = \frac{6mv}{(4M + 3m)L}$ ;

(2)  $\frac{1}{2} \left( \frac{1}{3} ML^2 + m \frac{L^2}{4} \right) \omega^2 = (m + M) g \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$ ,

$$\therefore \theta = \arccos \left[ 1 - \frac{3m^2 v^2}{(4M + 3m)(m + M)gL} \right].$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点四 4.2 刚体动力学

#### 九、计算题 (10 分)

【解析】 $\because T_e = T_c$ ,  $\therefore P_2 V_1 = P_1 V_2$ ,  $P_2 = P_1 \frac{V_2}{V_1} = 6.225 \times 10^5 \text{ Pa}$

(1)  $a \rightarrow b$ :  $Q_{ab} = \frac{5}{2} P_2 (V_2 - V_1) = 15562.5 \text{ J}$ ,  $A_{ab} = P_2 (V_2 - V_1) = 6225 \text{ J}$ ,

$$\Delta E_{ab} = \frac{3}{2} P_2 (V_2 - V_1) = 9337.5 \text{ J}$$

$b \rightarrow c$ :  $Q_{bc} = \Delta E_{bc} = \frac{3}{2} V_2 (P_1 - P_2) = -9337.5 \text{ J}$ ,  $A_{bc} = 0$

$c \rightarrow a$ :  $Q_{ca} = A_{ca} = P_1 V_2 \ln \frac{V_1}{V_2} = -5048.04 \text{ J}$ ,  $\Delta E_{ca} = 0$





14385

$$(2) \eta = 1 - \frac{|Q_{be} + Q_{ca}|}{Q_{ab}} = 1 - \frac{5048.04 + 9337.5}{15562.5} = 7.6\%$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.3 循环

# 十、计算题 (10 分)

【解析】 $A = 10\text{cm}$ ,  $\lambda = 40\text{cm}$ , 可设波动表达式为

$$y = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi\right) = 0.1 \cos(\pi t - 5\pi x + \varphi) \text{ m}$$

(1)  $t = \frac{1}{3}\text{s}$  时  $x = 0$  处,  $-0.05 = 0.1 \cos\left(\frac{\pi}{3} + \varphi\right)$ , 且速度为负,  $\therefore \varphi = \frac{\pi}{3}$

坐标原点振动表达式为  $y_0 = 0.1 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ m}$ ;

(2)  $y = 0.1 \cos\left(\pi t - 5\pi x + \frac{\pi}{3}\right) \text{ m}$

(3) 设  $y_P = 0.1 \cos(\pi t + \varphi_P) \text{ m}$ ,  $t = \frac{1}{3}\text{s}$  时,  $0 = 0.1 \cos\left(\frac{\pi}{3} + \varphi_P\right)$ , 且速度为正,

$$\therefore \varphi_P = -\frac{5\pi}{6}, y_P = 0.1 \cos\left(\pi t - \frac{5\pi}{6}\right) \text{ m}.$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 波动方程

$$\int_{v_2}^{v_1} \frac{1}{v} dv$$

发现错误怎么办  
反馈有奖



扫码或联系QQ: 1152296818

本资料编者都是学长学姐, 虽然仔细核对了多遍, 但可能会有一些疏漏, 诚恳希望学弟学妹们积极反馈错误, 我们会及时更正在二维码里哦 (づ￣3￣)づ

