

安徽大学 2019—2020 学年第 2 学期

《大学物理 A (上)》期末考试试卷(A 卷)参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

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

二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

11. $5R/2$, $5/3$; (每空 2 分)

12. 频率相同, 振动方向相同; (每空 2 分)

13. $\sqrt{2}/2$, $\pi\sqrt{\frac{l}{g}}(1+\frac{\sqrt{2}}{2})$; (每空 2 分)

14. $mR^2/2$;

15. $J\omega$, $J\omega^2/2$. (每空 2 分)

三、计算题

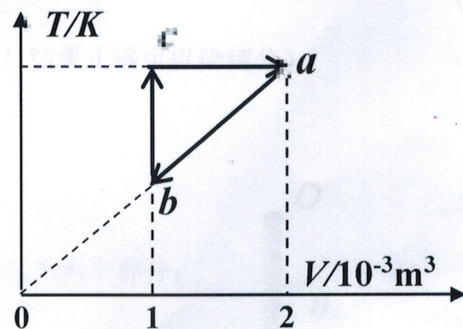
16. (本题 18 分)

解: (1) 由图可知, c 到 a 的过程为等温膨胀, 所以

$$T_a = T_c = 600 \text{ K}. \quad (2 \text{ 分})$$

a 到 b 的过程为等压过程, $T_a/T_b = V_a/V_b$, 所以

$$T_b = (V_b/V_a) T_a = 300 \text{ K}. \quad (3 \text{ 分})$$



(2) 单原子分子的自由度 $i = 3$,

定容摩尔热容 $C_{V,m} = 3R/2$, 定压摩尔热容 $C_{P,m} = 5R/2$. (2 分)

$a \rightarrow b$ 为等压过程, $Q_{ab} = C_{P,m}(T_b - T_a) = \frac{5R}{2}(T_b - T_a) = -6.23 \times 10^3 \text{ J}$ (放热) (3 分)

$b \rightarrow c$ 为等容过程, $Q_{bc} = C_{V,m}(T_c - T_b) = \frac{3R}{2}(T_c - T_b) = 3.74 \times 10^3 \text{ J}$ (吸热) (3 分)

$c \rightarrow a$ 为等温过程, $Q_{ca} = RT_c \ln(V_a/V_c) = 3.46 \times 10^3 \text{ J}$ (吸热) (3 分)

(3) 经过一个循环系统做的净功 $W = (Q_{bc} + Q_{ca}) - |Q_{ab}| = 0.97 \times 10^3 \text{ J}$ (2 分)

17. (本题 14 分)

解: (1) 原点处 $x=0$, 可设振动方程为 $y=A\cos(\omega t+\phi_0)$, 而 $A=20\text{ cm}$.

$$v=u/\lambda=0.5\text{ Hz}, \quad \omega=2\pi v=\pi\text{ s}^{-1}.$$

初始条件:

$$y(0,0)=0$$

$$v_y=dy/dt>0 \quad (x=0, t=0)$$

得 $\phi_0=-\frac{1}{2}\pi$

故得原点振动方程: $y=0.2\cos(\pi t-\pi/2)$ (SI)

(2) $x=150\text{ cm}$ 处相位比原点落后, 落后 $(150/200)\times 2\pi=\frac{3}{2}\pi$ 相位,

所以 $y=0.2\cos(\pi t-\pi/2-3\pi/2)=0.2\cos(\pi t-2\pi)$ (SI) 或 $y=0.2\cos\pi t$ (SI)

18. (本题 8 分)

解: 以转轴 O 为原点, 沿细棒建立 x 轴, 在 x 处取一微元, 长度为 dx , 该微元的质量为 $dm=\lambda dx$, 其中 λ 为细棒的线密度. 因为细棒整体做旋转, 任意时刻其上质元的动量方向都是相同的.

该微元的动量大小为 $dp=vdm=(x\omega)\lambda dx$.

所以, $p=\int dp=\int_0^L x\omega\lambda dx=\frac{1}{2}\omega\lambda L^2=\frac{1}{2}\omega\frac{m}{L}L^2=\frac{1}{2}\omega mL$

(思路分析正确可以给 3 分. 直接解答并且结果正确可以给满分)

四、证明题 (本题 20 分)

19.

证明: 如图所示, 设子弹入射细杆前的速度为 v_0 . 整个运动分为两个部分:

第一部分: 子弹入射细杆前后瞬间, 系统角动量守恒;

第二部分: 二者一道做上摆运动, 直到系统的转动动能全部转化为系统的势能.

子弹入射细棒之前对转轴 O 的角动量为

$$\vec{L}=\vec{r}\times m\vec{v}_0, \text{ 大小 } L=mv_0l \quad (1) \quad (5\text{ 分})$$

子弹入射细杆后, 根据角动量守恒, 角动量为

$$J\omega=(ml^2+\frac{1}{3}Ml^2)\omega=L \quad (2) \quad (4\text{ 分})$$

此时, 系统的转动动能

$$E_k=\frac{1}{2}J\omega^2=\frac{1}{2}(ml^2+\frac{1}{3}Ml^2)\omega^2 \quad (3) \quad (4\text{ 分})$$

转动到最大摆角相对于竖直位置势能增量为:

$$E_p=(m+M)gh=(m+M)gl(1-\cos\theta)/2=(2m+M)gl/4=E_k \quad (4) \quad (6\text{ 分})$$

(其中 h 为系统上摆到最大位置相对竖直时质心升高的高度)

联立以上四个式子, 得

$$v_0=\sqrt{\frac{(M+2m)(M+3m)gl}{6m^2}} \quad (1\text{ 分})$$

(只要分析出物理过程, 就可以酌情给分. 过程分析正确可以给 8 分.)

