

学号
姓名
专业
年级
院系

安徽大学 2018—2019 学年第 2 学期

《大学物理 A (上)》期末考试试卷 (闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号_____

题号	一	二	三 (16)	三 (17)	三 (18)	四	总分
得分							
阅卷人							

得分

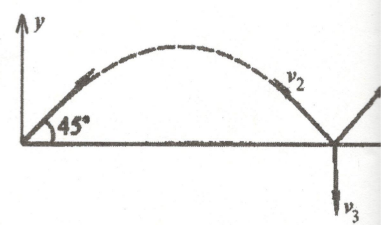
一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 当 α 粒子在加速器中被加速到质量为静止质量的 6 倍时, 其动能是静止能量的____. ()
A. 6 B. 5 C. 4 D. 3

2. 一质点作匀速率圆周运动时, 则____. ()

- A. 它的动量不变, 对圆心的角动量也不变;
- B. 它的动量不变, 对圆心的角动量却不断变化;
- C. 它的动量不断变化, 对圆心的角动量也不断变化;
- D. 它的动量不断变化, 对圆心的角动量却不变.

3. 如图所示, 一枚手榴弹投出方向与水平方向成 45° 角, 初始速率为 25m/s . 在刚要接触与发射点同一水平面的目标时爆炸成质量相等的三块. 一块以速度 v_3 竖直向下, 一块顺爆炸处切线方向以 v_2 飞出, 最后一块沿法向以 $v_1 = 90\text{ m/s}$ 飞出. 不考虑空气阻力, $v_2 =$ ____. ()



- A. 25 m/s B. 20 m/s C. 15 m/s D. 5 m/s

4. 下列力均为保守力的是____. ()

- A. 万有引力, 弹簧弹性力, 摩擦力;
- B. 万有引力, 弹簧弹性力, 重力;
- C. 万有引力, 重力, 摩擦力;
- D. 重力, 弹簧弹性力, 摩擦力.

5. 一个质点作简谐运动, 周期为 T , 当质点由平衡位置向 x 轴正向运动时, 由平衡位置二分之一最大位移处需要的最短时间为____. ()

- A. $T/12$; B. $T/8$; C. $T/6$; D. $T/4$

6. 一简谐振动运动规律为 $x = 5\cos(8t - \pi/4)$ (SI 单位)。欲使其初相位为零, 计时起点应 _____ s. ()

- A. 提前 $\pi/32$ B. 延迟 $\pi/32$ C. 提前 $\pi/4$ D. 延迟 $\pi/4$

7. 在同一弹性介质中, 两列相干的平面简谐机械波的波强之比是 4:1, 则这两列波的振幅之比为 _____. ()

- A. 4:1 B. 1:2 C. 2:1 D. 1:4

8. 已知一行波 $y(x, t) = 0.02\cos[200\pi(t - x)]$ (SI 单位), 则该波的频率和波长分别为 _____. ()

- A. 100Hz, 2m B. 100Hz, 1m C. 200 π Hz, 4m D. 100 π Hz, 2m

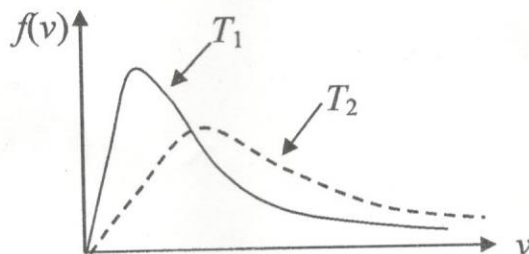
9. 一理想气体其分子速率分布遵从麦克斯韦速率统计分布律。当该系统处于温度分别为 T_1 和 T_2 两个热平衡状态时的速率分布函数如图所示, 则 T_1 与 T_2 的关系为 _____. ()

A. $T_1 = T_2$

B. $T_1 > T_2$

C. $T_1 < T_2$

D. 无法判断.



10. 一制冷机工质经历如下热力学逆循环过程: (1) 绝热压缩; (2) 等温压缩, 向高温热源放热 500J; (3) 绝热膨胀; (4) 等温膨胀, 从低温热源吸热 300J 至初状态。则外界对热机对外做净功为 _____ J, 制冷系数为 _____. ()

- A. 200, 1.5 B. 800, 0.375 C. 200, 0.6 D. 200, 1.667

二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

得分	
----	--

11. 现有双原子分子构成的理想气体, 已知其摩尔定压热容量为 $7R/2$, R 为普适气体常量。则其摩尔定体热容量为 _____。

12. 孤立系统的熵增加原理为 _____。(用数学表达式描述)

13. 多普勒效应用非常广泛, 比如可用来测量汽车的行驶速度。一固定波源发出频率为 100 kHz 的超声波, 当汽车迎面驶向波源时, 与波源安装在一起的接收器检测到从汽车反射回来的超声波的频率为 120 kHz。已知空气中声速为 330 m/s, 则汽车速率为 _____ m/s。

14. 某简谐振动方程为 $x = A\cos(10t + \alpha)$, 初始条件为 $t = 0, x_0 = 1 \text{ m}, v_0 = -10\sqrt{3} \text{ m/s}$ 。则

$\alpha =$ _____。

15. 用积分法可以求出质量为 m , 长度为 l 的匀质细杆对通过中心且与杆垂直的轴线的转动惯量 $J =$ _____。

学号

姓名

专业

年级

院/系

线

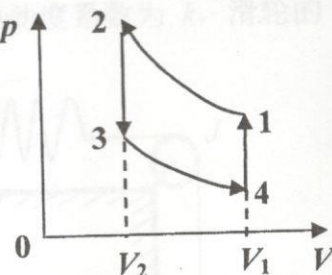
订

装

三、 计算题 (共 40 分)

16. (本题 12 分)

设回热式制冷机中工质为一理想气体, 其准静态循环过程如下:

1→2 等温压缩, 由状态 1 (V_1, T_1) 到状态 2 (V_2, T_1);2→3 等体降温, 由状态 2 (V_2, T_1) 到状态 3 (V_2, T_2);3→4 等温膨胀, 由状态 3 (V_2, T_2) 到状态 4 (V_1, T_2);4→1 等体升温, 由状态 4 (V_1, T_2) 到状态 1 (V_1, T_1)。

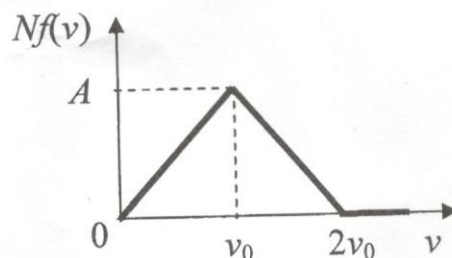
求 (1) 2→3 过程气体向外界释放的热量和 4→1 过程气体从外界吸收的热量。设气体质量为 m , 摩尔质量为 M , 摩尔定容热容为 $C_{v,m}$ 。(这两个过程合起来看, 气体从外界吸收热量等于其向外界排放的热量, 回热式由此得名。)

(2) 该制冷机的制冷系数 ε 。(要求仅用 T_1 和 T_2 两个状态参量表示。)

得分	
----	--

17. (本题 20 分)

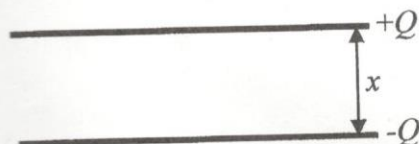
N 个假想的气体分子, 其速率分布函数如图所示 (当 $v > 2v_0$ 时, 粒子数为零)。(1) 根据图形写出速率分布函数的 $f(v)$ 的分段表达式。(2) 根据归一化条件, 由 N 和 v_0 求 A 的值。(3) 求分子的最可几速率 v_p 和平均速率 \bar{v} 。



得分	
----	--

18. (本题 8 分)

一个体系如果只受保守力作用, 可方便地求得其势能函数 $E_p = E_p(x, y, z)$ 的表达式, 一般为坐标的函数。反过来就可以求出该保守力的大小及方向, 即保守力 $\vec{F} = -\nabla E_p(x, y, z)$, 即保守力是势能函数梯度的负值, 这种方法往往比运用牛顿定律求力更为方便。已知如图所示的平行板电容器, 上下极板带电量为 $\pm Q$, 电容 C 的表达式为 $C = \frac{\epsilon_0 S}{x}$, 其中 ϵ_0 为真空介电常数, S 为上下极板的面积, x 为两极板之间的距离。又已知电容器电容为 C 时, 这个系统静电能 (保守力对应的势能) 为 $E_p = \frac{Q^2}{2C}$, 求两极板之间的相互吸引力的大小。(提示: 设仅有 x 为变量, 其余为常量)



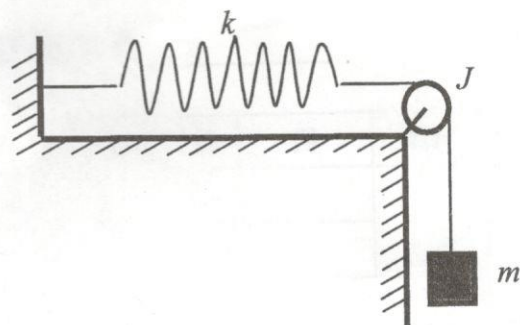
得分	
----	--

四、证明题 (本题 20 分)

19. 如图所示, 轻质弹簧的一端固定, 另一端系一轻绳, 轻绳跨过定滑轮连接一质量为 m 的物体, 绳子在滑轮上不打滑, 使物体上下自由振动。已知弹簧的劲度系数为 k , 滑轮的半径为 R , 转动惯量为 J 。证明:

(1) 物体作简谐振动;

(2) 振动周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m + J/R^2}{k}}$ 。



安徽大学 2018—2019 学年第 2 学期

《大学物理 A (上)》期末考试参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

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

二、填空题 (每空 4 分, 共 20 分)

11. $5R/2$. 12. $dS \geq 0$. 13. 30 . 14. 60° 或 $\pi/3$. 15. $ml^2/12$.

三、计算题 (共 40 分)

16. (本题 12 分)

解: (1) $2 \rightarrow 3$ 过程为等体降温, 气体不对外做功, 向外界释放热量, 内能减少。

$$Q_{2 \rightarrow 3} = \frac{m}{M} C_{V,m} (T_3 - T_2) = \frac{m}{M} C_{V,m} (T_2 - T_1) \quad (2 \text{ 分})$$

$4 \rightarrow 1$ 过程为等体升温, 气体不对外做功, 从外界释放热量, 内能增加。

$$Q_{4 \rightarrow 1} = \frac{m}{M} C_{V,m} (T_1 - T_4) = \frac{m}{M} C_{V,m} (T_1 - T_2) \quad (2 \text{ 分})$$

(2) $1 \rightarrow 2$ 过程为等低温压缩, 气体内能不变, 向外界释放的热量:

$$|Q_{1 \rightarrow 2}| = \left| \frac{m}{M} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \right| = \frac{m}{M} RT_1 \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (2 \text{ 分})$$

$3 \rightarrow 4$ 过程为等低温膨胀, 气体内能不变, 从外界吸收的热量:

$$Q_{3 \rightarrow 4} = \frac{m}{M} RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (2 \text{ 分})$$

因此, 制冷系数为:

$$\varepsilon = \frac{Q_{3 \rightarrow 4}}{W} = \frac{Q_{3 \rightarrow 4}}{|Q_{1 \rightarrow 2}| - Q_{3 \rightarrow 4}} = \frac{\frac{m}{M} RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2}}{\frac{m}{M} RT_1 \ln \frac{V_1}{V_2} - \frac{m}{M} RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2}} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \quad (4 \text{ 分})$$

17. (本题 20 分)

解: (1) 根据图可知, $Nf(v)$ 为分段函数, 则 $f(v)$ 也为分段函数, 易知

$$f(v) = \frac{Nf(v)}{N} = \begin{cases} \frac{Av}{Nv_0} & (0 < v < v_0) \\ -\frac{Av}{Nv_0} + 2\frac{A}{N} & (v_0 < v < 2v_0) \\ 0 & (2v_0 < v) \end{cases} \quad (6 \text{ 分})$$

(2) 因为 $\int_0^\infty f(v) dv = 1$

所以, 有 $\int_0^\infty f(v) dv = \int_0^{v_0} f(v) dv + \int_{v_0}^{2v_0} f(v) dv + \int_{2v_0}^\infty f(v) dv = 1$ (2 分)

可解出, $A = \frac{N}{v_0}$ (3 分)

(3 分)

$$\text{所以, } f(v) = \begin{cases} \frac{v}{v_0^2} & (0 < v < v_0) \\ -\frac{v}{v_0^2} + \frac{2}{v_0} & (v_0 < v < 2v_0) \\ 0 & (2v_0 < v) \end{cases} \quad (3)$$

(3) 由图像可知, $f(v)$ 的最大值对应的速率为 $v_p = v_0$.
 $\bar{v} = \int_0^\infty v f(v) dv = \int_0^{v_0} v f(v) dv + \int_{v_0}^{2v_0} v f(v) dv + \int_{2v_0}^\infty v f(v) dv = v_0$

18. (本题 8 分)

解:

$$E_p = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2 x}{2\epsilon_0 S} \quad (4)$$

$$F = -\frac{dE_p}{dx} = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S} \quad (4)$$

四、证明题 (本题 20 分)

19. 证明: (1):

对物体和滑轮受力分析, 如右图所示。(2 分)

设竖直向下的力为正, 则垂直纸面朝里的力矩为正。

$$\text{对物体: } mg - F_1 = ma \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{对滑轮: } (F_1 - F_2)R = J\beta \quad (2 \text{ 分})$$

$$\beta = a/R \quad (2 \text{ 分})$$

设物体位于平衡位置时, 弹簧伸长量为 l , 则有

$$mg = kl \quad ($$

设平衡位置为坐标原点, 当物体由平衡位置向下位移为 x 时, 有

$$F_2 = k(l + x) = mg + kx \quad ($$

$$\text{于是, } a = \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m + J/R^2} x, \text{ 即 运动方程为 } \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{k}{m + J/R^2} x = 0 \quad (3)$$

于是系统作简谐振动。

其他合理方法均可得分。

$$(2) \text{ 根据振子运动方程, 可知 } \omega^2 = \frac{k}{m + J/R^2} \quad (3)$$

$$\text{于是, 周期 } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m + J/R^2}{k}} \quad (1)$$