

《大学物理（上）》小测验（第五、六章）

共 5 页

2022 年 11 月

专业 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

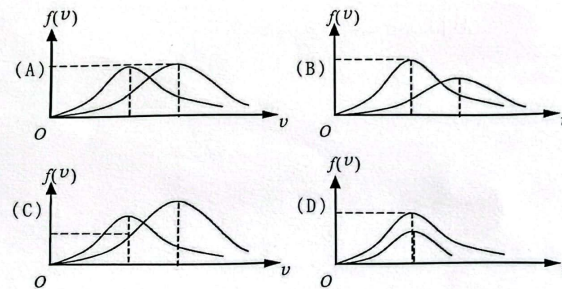
题号	一	二	总分
1			

一、选择题（共 50 分）

1. 在体积 $V = 5 \times 10^{-3} \text{m}^3$ 的容器中，装有压强为 $p = 4 \times 10^2 \text{Pa}$ 的理想气体，则容器中气体分子的平均（平动）动能总和为： $\bar{\epsilon}_k = \frac{3}{2}kT$, $\sum \bar{\epsilon}_k = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}pV = 3J$

(A) 2J (B) 3J (C) 5J (D) 9J [B]

2. 下列各图所示的速率分布曲线，哪一图中的两条曲线可能是同一温度下氮气和氢气的分子速率分布曲线？



[B]

3. 一定量的理想气体保持压强不变，则气体分子的平均碰撞频率 \bar{Z} 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 与气体温度 T 的关系为： $\bar{Z} = \sqrt{2}n\bar{v}\sigma$, $\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}n\sigma}$, $n \propto \frac{1}{T}$, $\bar{v} \propto \sqrt{T}$, $\bar{Z} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$, $\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2}\sigma p} \propto T$

(A) \bar{Z} 正比于 $1/\sqrt{T}$, $\bar{\lambda}$ 正比于 T . (B) \bar{Z} 正比于 \sqrt{T} , $\bar{\lambda}$ 正比于 T .
(C) \bar{Z} 正比于 T , $\bar{\lambda}$ 正比于 $1/T$. (D) \bar{Z} 与 T 无关, $\bar{\lambda}$ 正比于 T .

[A]



4. 若室内生起炉子后温度从 15°C 升高到 27°C ，而室内气压不变，则此时室内的分子数减少了：

- (A) 0.5% . (B) 4% . (C) 9% . (D) 21% .

[B]

5. 对于理想气体，下列说法正确的是：

- (A) 如果气体的温度升高，则气体中每个分子的动能都增大；
 (B) 温度是大量分子的平均平动动能的量度；
 (C) 气体的温度越高，则它做功和传递的热量就越多；
 (D) 容器内的分子数越多，则压强就越大。

[B]

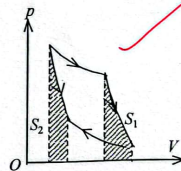
6. 对于理想气体系统来说，在下列过程中，哪个过程系统所吸收的热量、内能的增量和对外做的功三者均为负值？

- (A) 等体降压过程 (B) 等温膨胀过程；
 (C) 绝热膨胀过程； (D) 等压压缩过程。

[D]

7. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小（下图中阴影部分）分别为 S_1 和 S_2 ，则二者的大小关系是：

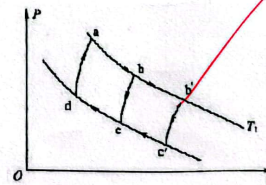
- (A) $S_1 > S_2$.
 (B) $S_1 = S_2$.
 (C) $S_1 < S_2$.
 (D) 无法确定。



[B]

8. 如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中 $abca$ 增大为 $ab'c'da$ ，那么循环 $abca$ 与 $ab'c'da$ 所做的净功和热机效率变化的情况是

- (A) 净功增大，效率提高
 (B) 净功增大，效率降低
 (C) 净功和效率都不变
 (D) 净功增大，效率不变



[D]



9. 设有以下一些过程:

- (1) 两种不同气体在等温下互相混合. $\Delta S_1 = \int \frac{pdV}{T} = nR \ln \frac{V_1+V_2}{V_1} > 0$, $\Delta S_2 = nR \ln \frac{V_1+V_2}{V_2} > 0$.
(2) 理想气体在定体下降温. $\Delta S = \int \frac{1}{T} dQ = \int \frac{1}{T} nC_V dT = nC_V \ln \frac{T_2}{T_1} < 0$.
(3) 液体在等温下汽化. $\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = \frac{Q}{T} > 0$.
(4) 理想气体在等温下压缩. $\Delta S = \int \frac{dQ}{T} = -\frac{Q}{T} < 0$.
(5) 理想气体绝热自由膨胀.

在这些过程中, 使系统的熵增加的过程是:

- (A) (1)、(2)、(3). (B) (2)、(3)、(4).
(C) (3)、(4)、(5). (D) (1)、(3)、(5).

[D]

10. 冬天, 放在户外杯子中的水凝结成冰, 则下面说法正确的是:

- (A) 杯子中的熵变减小, 若计入环境, 总熵变增加;
(B) 杯子中的熵变减小, 若计入环境, 总熵变不变;
(C) 杯子中的熵变增加, 若计入环境, 总熵变减少;
(D) 杯子中的熵变增加, 若计入环境, 总熵变增加;

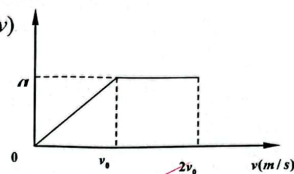
[A]



二、计算题(共 50 分)

1. (本题 20 分) 有 N 个粒子, 其速率分布函数为:

$$f(v) = \begin{cases} av/v_0 & (0 \leq v \leq v_0) \\ a & (v_0 \leq v \leq 2v_0) \\ 0 & (v > 2v_0) \end{cases}$$



(1) 作速率分布曲线并求常数 a ;

(2) 求速率区间在 $(1.5v_0, 2v_0)$ 内的粒子数;

(3) 求粒子平均速率 \bar{v} 。

1) 速率分布曲线如图

由归一化条件: $\int_0^{\infty} f(v) dv = 1$

$$\Rightarrow \int_0^{v_0} f(v) dv + \int_{v_0}^{2v_0} f(v) dv + \int_{2v_0}^{\infty} f(v) dv = 1$$

$$\Rightarrow \frac{a}{2v_0} v_0^2 + av_0 + 0 = 1$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} v_0 a = 1$$

$$\Rightarrow a = \frac{3}{2v_0}$$

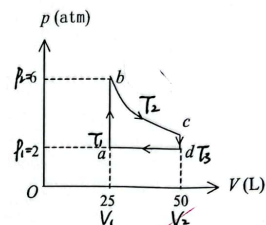
$$2) \frac{\Delta N}{N} = \frac{\int_{1.5v_0}^{2v_0} f(v) dv}{1} = (av) \Big|_{1.5v_0}^{2v_0} = \frac{1}{2} av_0 = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \Delta N = \frac{1}{2} N$$

$$\begin{aligned} 3) \bar{v} &= \int_0^{\infty} v f(v) dv = \int_0^{v_0} \frac{2}{3v_0} \cdot v^2 dv + \int_{v_0}^{2v_0} \frac{2}{3v_0} v dv + 0 \\ &= \frac{2}{3v_0} \cdot \left(\frac{1}{3} v^3 \right) \Big|_0^{v_0} + \frac{2}{3v_0} \cdot \left(\frac{1}{2} v^2 \right) \Big|_{v_0}^{2v_0} \\ &= \frac{2}{9} v_0 + v_0 \\ &= \frac{11}{9} v_0 \end{aligned}$$



2. (本题 30 分) 气缸内贮有 36 g 水蒸汽(视为刚性分子理想气体), 经 $abcda$ 循环过程如图所示. 其中 $a-b$ 、 $c-d$ 为等体过程, $b-c$ 为等温过程, $d-a$ 为等压过程. 试求:



- (1) $d-a$ 过程中水蒸气作的功 W_{da} ;
- (2) $a-b$ 过程中水蒸气内能的增量 ΔE_{ab} ;
- (3) 循环过程水蒸气作的净功 W ;
- (4) 循环效率 η ;
- (5) 计算 $a-b$ 过程和 $d-a$ 过程中的熵变。

$$1) W_{da} = p(V_1 - V_2) = -5.07 \times 10^3 \text{ J}$$

$$2) \Delta E_{ab} = \frac{m}{M} C_V (T_2 - T_1) = \frac{m}{M} \cdot \frac{5}{2} R \cdot \frac{(p_2 - p_1)V_1}{R} \cdot \frac{M}{m} = 3(p_2 - p_1)V_1 = 3.04 \times 10^4 \text{ J}$$

$$3) W = W_{bc} + W_{da} = p_2 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} + W_{da} = 5.46 \times 10^3 \text{ J}$$

$$4) Q_{bc} = W_{bc} = 1.05 \times 10^4 \text{ J}, Q_{ab} = \Delta E_{ab} = 3.04 \times 10^4 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{bc}} = 51.9\% \quad \eta = \frac{W}{Q_{ab} + Q_{bc}} = 13.3\%$$

$$5) \Delta S_{ab} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{m C_V dT}{T} = \frac{m}{M} C_V \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{m}{M} R \ln \frac{p_2}{p_1} = 54.8 \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{da} = \int_{T_2}^{T_1} \frac{m C_p dT}{T} = \frac{m}{M} C_p \ln \frac{T_1}{T_2} = \frac{m}{M} R \ln \frac{V_2}{V_1} = -46.1 \text{ J/K}$$

