آزمون میان‌ترم اول

سال تحصیلی ۹۶ – ۱۳۹۵

درس: فیزیک ۳

مدّت آزمون: ۱۰۰ دقیقه | صفحهٔ ۱ از ۴

نام و نام خانوادگی:

کلاس: | شمارهٔ صندلی:

نام دبیر: **جنابِ آقای**

پایهٔ: **سوم «ریاضی»** | تاریخ: **۱۵ آبان ۱۳۹۵**

دبیرستان علامه حلی تهران

- **آزمون شامل دو بخش: پرسش‌ها (۵ نمره) و مسائل (۱۵ نمره) است.**
- **استفاده از ماشین حساب ساده بلامانع است.**

پرسش‌ها)

۱- صحیح و غلط بودن جملات زیر را معلوم کنید. (بدون ذکر دلیل) **(۱ نمره)**

الف) فشار و حجم کمیت‌های ماکروسکوپی هستند، اما دما کمیتی میکروسکوپی است.«☐صحیح ☑غلط»

ب) تنها زمانی کار انجام می‌شود که حجم دستگاه تغییر کند.«☑صحیح ☐غلط »

ج) پس از انجام یک فرآیند می‌شود دربارهٔ گرمای موجود در گاز صحبت کرد، اما نمی‌شود دربارهٔ کار موجود در آن صحبت کرد.

«☐صحیح ☑غلط»

د) در یک چرخه، همواره کار انجام‌شده بر روی گاز صفر است. «☐صحیح ☑غلط»

==========

۲- در جمله‌های زیر کلمه‌های مناسب را از داخل پرانتز انتخاب نمایید. **(۲ نمره)**

الف) ایجاد مه رقیق در شیشهٔ نوشابه وقتی در آن را به سرعت باز می‌کنیم، مثالی از یک فرآیند (☑بی‌دررو – ☐همدما – ☐هم فشار – ☐هم حجم) است.

ب) کار انجام‌شده در یک فرآیند به مسیر حرکت بستگی (☑دارد – ☐ندارد)، گرمای داده‌شده به گاز در یک فرآیند به مسیر حرکت بستگی (دارد) – ندارد)، تغییر انرژی درونی در یک فرآیند به مسیر حرکت بستگی (☐دارد – ☑ندارد).

ج) بر اساس قانون (☐اول ـ ☑دوم) ترمودینامیک ماشینی وجود ندارد که همهٔ گرمای داده‌شده را به کار تبدیل کند.

د) در هر چرخهٔ آن رابطهٔ $Q_C + W - |Q_H| = 0$ برقرار است. (☑یخچال - ☐ماشین گرمایی)

==========

۳- به سؤالات زیر پاسخ دهید. **(۲ نمره)**

الف) چرا مخلوط آب و یخ را می‌توان به‌عنوان منبع گرما در نظر گرفت؟

به کتاب درسی مراجعه شود.

ب) در یک ماشین گرماییِ فرضی که بین دو منبع گرم و سرد با دماهای ۱۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد کار می‌کند، ماشین در هر چرخه ۱۰۰۰ ژول گرما می‌گیرد و ۵۰۰ ژول آن را به کار تبدیل می‌کند. آیا این ماشین گرمایی می‌تواند وجود خارجی داشته باشد؟

$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{۲۷۳}{۷۷۳} = ۵۱/۷\%$

$\eta = \frac{۵۰۰}{۱۰۰۰} = ۵۰\%$ چون راندمان کمتر از راندمان ماشین کارنو است، می‌تواند وجود داشته باشد.

مسائل)

توجه: در تمام مسئله‌ها $R = 8 \frac{J}{mol.K}$ فرض می‌شود.

۱- ۶۳۰۰ ژول گرما باید در حجم ثابت به یک گاز کامل داده شود تا دمای آن ۱۵۰K افزایش یابد. اگر فرآیند، هم‌فشار باشد گرمای مورد نیاز برای همین مقدار افزایش دما $8100 J$ است. تغییر انرژی درونی یک مول از این گاز به ازای $22 K$ تغییر دما چقدر است؟ **(۲/۵ نمره)**

$$\frac{Q_V}{Q_P} = \frac{n C_V \Delta T}{n C_P \Delta T} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{9n}{11n} = \frac{5}{7} \longrightarrow \text{تک‌اتمی}$$

$$\Rightarrow \Delta U = Q_V = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} \times 1 \times 8 \times 22 = 414\ J$$

۲- نیم‌مول گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل طی می‌کند. دمای نقطهٔ A برابر ۶۰ K می‌باشد و فرآیند CD هم‌دما است.

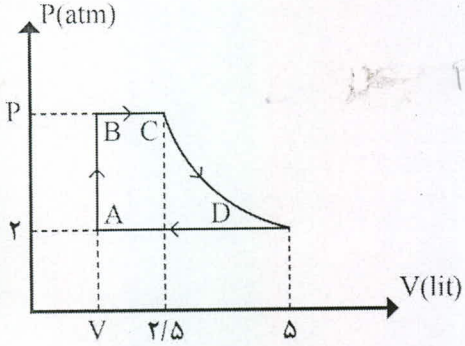
تعیین کنید: **(۳ نمره)**

الف) فشار حالت B

ب) گرمای مبادله‌شده در فرآیند BC

ج) تغییرات انرژی درونی فرآیند CD

د) کار فرآیند DA



الف)

$$P_B = P_C = \frac{nRT_C}{V_C}$$

$$T_C = T_D, \quad T_D = \frac{P_D V_D}{nR} = \frac{5 \times 2 \times 100}{0.5 \times 8} = 250\ K$$

$$\Rightarrow P_B = \frac{0.5 \times 8 \times 250}{2.5 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^5\ Pa = 4\ atm$$

ب) فرایند هم‌فشار گاز تک‌اتمی است:

$$Q_P = \frac{5}{2} nR\Delta T = \frac{5}{2} P\Delta V =$$

$$\frac{5}{2} \times 4 \times (2.5 - V_B) \times 100 = 1000(2.5 - 1.2) = 1300\ J$$

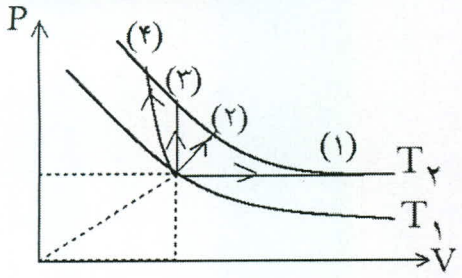
$$V_B = V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{0.5 \times 8 \times 60}{2 \times 10^5} = 120 \times 10^{-5}\ m^3 = 1.2\ lit$$

ج) همدماست و صفر

د) DA

$$W_{DA} = -P\Delta V = -2 \times (1.2 - 5) \times 100 = +760\ J$$

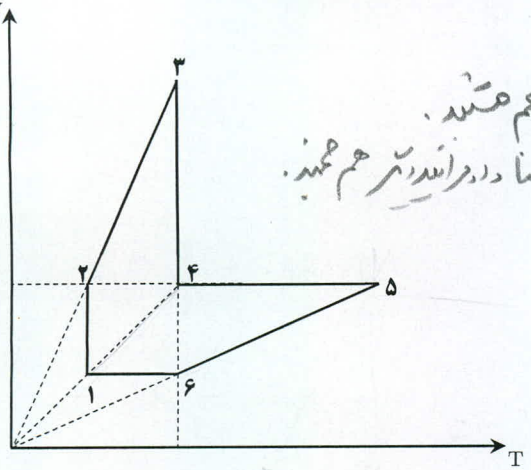
۳- گاز کاملی طی فرآیند ترمودینامیکی از T_1 به T_2 می‌رسد. اگر معادلهٔ تغییرات T برحسب V به صورت $T = \alpha V^2$ باشد، با ذکر دلیل بگویید، کدام‌یک از فرآیندهای درون شکل نشانگر فرآیند فوق است؟ **(۲ نمره)**



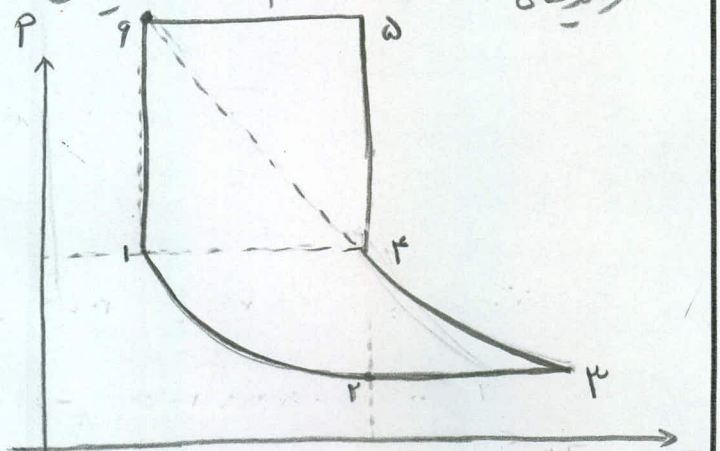
$PV = nRT \Rightarrow PV = nR(\alpha V^2) \Rightarrow P = \underbrace{nR\alpha}_{C} V$

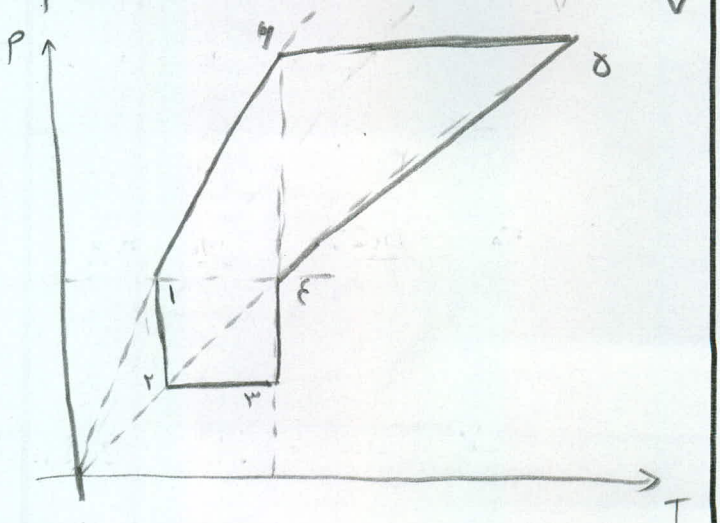
پس رابطهٔ آن خطی و مبدا گذرانت. یعنی ۲

۴- نمودار $V-T$ گاز کاملی در شکل زیر دیده می‌شود. نمودارهای $P-T$ و $P-V$ این گاز را به صورت کیفی و با رعایت تمام نکات لازم رسم کنید: **(۳ نمره)**

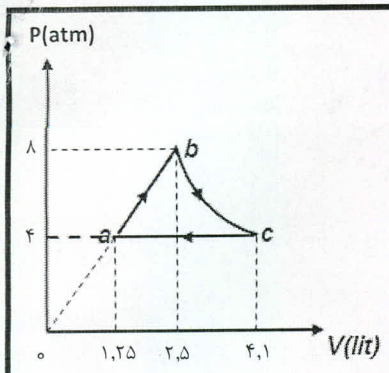


نقطه‌ی ۱ و ۴ هم‌فشار و نقطه‌ی ۶ و ۴ هم‌دما و نقطه‌ی ۲ و ۴ هم‌حجم هستند.
فرایندهای ۳-۲ و ۶-۵ هم‌فشار، فرایندهای ۲-۱ ، ۴-۳ هم‌دما و در فرایند بعدی هم‌حجم.





۵- نمودار P-V مربوط به یک ماشین گرمایی فرضی که با $\frac{۱}{۴} mol$ هوا کار می‌کند، داده شده‌است. ماشین چرخه را در هر دقیقه ۶۰۰ بار دور می‌زند. فرآیند bc خاص می‌باشد. $(C_V = \frac{۵}{۲}R \ , \ C_P = \frac{۷}{۲}R)$ **(۴/۵ نمره)**



الف) حداکثر بازدهی که ماشین می‌توانست بین بیشترین و کمترین دمای چرخه داشته باشد و همچنین بازده واقعی آن را حساب کنید.

ب) توان آن را حساب کنید.

ج) اگر چرخهٔ این ماشین به‌صورت معکوس کار می‌کرد، ضریب عملکرد یخچال حاصل چقدر می‌شد؟

فرایند bc بی دررو است . زیرا PV در آن ثابت نیست . بیشترین دما متعلق به نقطه b و کمترین دما در نقطه a است :

$$T_b = \frac{P_b V_b}{nR} = \frac{۸ \times ۲,۵ \times ۱۰۰}{\frac{۱}{۴} \times ۸} = ۱۰۰۰ K$$

$$T_a = \frac{P_a V_a}{nR} = \frac{۴ \times ۱,۲۵ \times ۱۰۰}{\frac{۱}{۴} \times ۸} = ۲۵۰ K \quad , \quad T_c = \frac{P_c V_c}{nR} = \frac{۴ \times ۴,۱ \times ۱۰۰}{\frac{۱}{۴} \times ۸} = ۸۲۰ K$$

(الف)

$$\eta_{max} = ۱ - \frac{T_c}{T_H} = ۱ - \frac{۲۵۰}{۱۰۰۰} = ۷۵\%$$

$$\Delta U_{bc} = Q_V = W_{bc} + Q_{bc} \Rightarrow W_{bc} = \frac{۵}{۲} nR \Delta T$$

$$= \frac{۵}{۲} \times \frac{۱}{۴} \times ۸ \times (T_c - T_b) \quad (۸۲۰ \ , \ ۱۰۰۰)$$

$$= -۹۰۰ J$$

$$W_{ac} = -P \Delta V = -۴(۱,۲۵ - ۴,۱) \times ۱۰۰ = ۱۱۴۰ J$$

$$Q_{ac} = \frac{۳}{۲} nR \Delta T = \frac{۳}{۲} \times \frac{۱}{۴} \times ۸ \times (۲۵۰ - ۸۲۰) = -۳۹۹۰ J = Q_C$$

$$W_{ab} = -\left(\frac{۸+۴}{۲}\right)(۲,۵ - ۱,۲۵) \times ۱۰۰ = -۷۵۰ J$$

$$\Delta U_{ab} = \frac{۵}{۲} nR \Delta T = \frac{۵}{۲} \times \frac{۱}{۴} \times ۸ \times (۱۰۰۰ - ۲۵۰) = ۴۷۵۰ J$$

$$\Delta U_{ab} = Q_{ab} + W_{ab} \Rightarrow Q_{ab} = ۴۷۵۰ + ۷۵۰ = ۴۵۰۰ J = Q_H$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{۹۰۰ + ۷۵۰ - ۱۱۴۰}{۴۵۰۰} = ۱۱,۳\%$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{۱۰ \times ۵۱۰ (J)}{۱ (S)} = ۵۱۰۰ W$$

(ب

$$K = \frac{Q_c}{W} = \frac{۳۹۹۰}{۵۱۰} = ۷,۸۱$$

(ج

موفق باشید!