

# عنوان درس: ترمودینامیک و مکانیک آماری ۱

استفاده از ماشین حساب ساده، ماشین حساب مهندسی مجاز است

۱- تعادل گرمایی توسط کدام قانون ترمودینامیک بیان می شود؟

۱. قانون صفرم ترمودینامیک
۲. قانون اول ترمودینامیک
۳. قانون دوم ترمودینامیک
۴. قانون سوم ترمودینامیک

۲- نام معادله حالت  $P + \frac{a}{v^2} = \frac{R\theta}{v-b}$  چیست؟

۱. معادله حالت بریلوئن
۲. معادله حالت فرآیند بی دررو
۳. معادله حالت واندروالس
۴. معادله حالت گاز کامل

۳- در کدام مقیاس دمایی بزرگی درجه بکار رفته با بزرگی مقیاس گاز کامل یکی است؟

۱. مقیاس دمای فارنهایت
۲. مقیاس دمای کلوین
۳. مقیاس دمای سلسیوس
۴. هر دو مقیاس دمای کلوین و سلسیوس

۴- ضریب میانگین انبساط حجمی عبارت است از:

۱. نسبت تغییر حجم در واحد حجم به تغییر حجم
۲. نسبت تغییر دما در واحد حجم به تغییر فشار
۳. نسبت تغییر حجم در واحد حجم به تغییر دما
۴. نسبت تغییر فشار در واحد حجم به تغییر دما

۵- در کدام فرآیند، تغییرات آنتالپی صفر است؟

۱. بی دررو
۲. خفانشی
۳. همفشار
۴. انبساط آزاد

۶- نام عبارت  $U - TS$  چیست؟

۱. تابع هلمهولتز
۲. تابع گیبس
۳. آنتالپی
۴. انرژی داخلی

۷- تابع گیبس، کدام یک از روابط زیر است؟

۱.  $H + TS$
۲.  $H - TS$
۳.  $U + PV$
۴.  $U - TS$

۸- عبارت  $U + PV$  بیانگر کدامیک از توابع ترمودینامیکی است؟

۱. تابع گیبس
۲. تابع هلمهولتز
۳. آنتروپی
۴. آنتالپی

۹- معادله  $\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_P = T$  بیانگر چیست؟

۱. شیب منحنی یک فرآیند برگشت پذیر هم فشار
۲. شیب منحنی یک فرآیند برگشت ناپذیر هم فشار
۳. شیب منحنی یک فرآیند برگشت ناپذیر بی دررو
۴. شیب منحنی یک فرآیند برگشت پذیر هم حجم

۱۰- در فرآیند انبساط آزاد یک گاز کامل، تغییر آنتروپی جهان چقدر است؟

۱. ۰
۲.  $2R \ln 2$
۳.  $nR \ln \frac{V_P}{V_i}$
۴.  $\frac{Q}{T_2} - \frac{Q}{T_1}$

۱۱- هنگام یک فرآیند گذار فازی، وجود گرمای نهان به این معنی است که:

۱. تغییر آنتروپی وجود دارد.
۲. تغییر فشار وجود دارد.
۳. تغییر حجم و فشار وجود دارد.
۴. مشخصات مرتبه اول تابع گیبس بطور پیوسته تغییر می کند.

۱۲- معادله کلاپیرون برای هر تغییر فاز یا گذار مرتبه اولی که در ..... و ..... روی می دهد، بکار می رود.

۱. دمای ثابت
۲. حجم و فشار ثابت
۳. دما و فشار ثابت
۴. دما و حجم ثابت

۱۳- کدام کمیت زیر، مختصه نافزونور است؟

۱. حجم
۲. فشار
۳. طول
۴. بار

۱۴- کدام کمیت زیر، مختصه فزونور است؟

۱. شدت میدان الکتریکی
۲. شدت میدان مغناطیسی
۳. قطبش
۴. نیروی الکتروموتوری

۱۵- یک سیستم مرکب، از یک گاز کامل و یک جامد پارامغناطیسی تشکیل شده است. کار انجام شده در طی یک فرآیند بینهایت کوچک، چقدر است؟

۱.  $\delta w = PdV + Ed\pi$
۲.  $\delta w = -PdV + \mu_0 HdM$
۳.  $\delta w = PdV + \mu_0 HdM$
۴.  $\delta w = -PdV + Ed\pi$

۱۶- برای یک جسم جامد پارامغناطیسی که از قانون کوری پیروی میکند، ظرفیت گرمایی در متغیر نافزونور ثابت کدام است؟

$$C_H = \left( \frac{\partial U}{\partial \theta} \right)_H + \frac{M^2}{C'_c} \quad .۱$$

$$C_H = \left( \frac{\partial U}{\partial \theta} \right)_H - \frac{M}{C'_c} \quad .۲$$

$$C_H = \frac{M}{C'_c} \quad .۳$$

$$C_H = \left( \frac{\partial U}{\partial \theta} \right)_H \quad .۴$$

۱۷- رابطه  $C_P = R \left( \frac{7}{2} + f(\theta) \right)$  برای یک گاز چند اتمی صحیح است؟

۱. هفت اتمی      ۲. دو اتمی      ۳. پنج اتمی      ۴. سه اتمی

۱۸- یک گاز کامل، چرخه کامل ماشین استرلینگ را با «باز مولد» کامل طی می کند. ضریب عملکرد، کدام است؟

$$\frac{\theta_H}{\theta_C} \quad .۱$$

$$\frac{\theta_C}{\theta_H} \quad .۲$$

$$1 - \frac{\theta_H}{\theta_C} \quad .۳$$

$$1 - \frac{\theta_C}{\theta_H} \quad .۴$$

۱۹- گرمایی که بطور همدمای بین دو سطح بی درروی برگشت پذیر مفروض منتقل می شود، همراه با ..... دما، ..... می یابد.

۱. افزایش، افزایش      ۲. افزایش، کاهش      ۳. کاهش، افزایش      ۴. کاهش، کاهش

۲۰- حاصل مقدار  $\left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_\theta + P$  در یک سیستم هیدروستاتیکی چیست؟

$$\frac{C_P - C_V}{V \beta} \quad .۱$$

$$C_P - C_V \quad .۲$$

$$C_P + C_V \quad .۳$$

$$V \beta (C_P - C_V) \quad .۴$$

### سوالات تشریحی

۱- روابط ماکسول در ترمودینامیک را بنویسید و اولین معادله  $T ds$  را بدست آورید. ۱.۵۰ نمر

۲- معادله حالت گاز کامل در فرآیند ایستاوار بی دررو و سپس شیب منحنی بی دررو را بدست آورید. ۱.۵۰ نمر

۳- قوانین کیرشهف و استفان-بولتزمن را بنویسید و یکی از روش های اندازه گیری ثابت استفان-بولتزمن را شرح دهید. ۱.۵۰ نمر

۴- کار لازم برای تغییر قطبش یک جامد دی الکتریک را محاسبه کنید. ۱.۵۰ نمر

شماره سوال	باسخ صحيح
1	الف
2	ج
3	د
4	ج
5	ب
6	الف
7	ب
8	د
9	الف
10	ج
11	الف
12	ج
13	ب
14	ج
15	ب
16	الف
17	ب
18	د
19	د
20	الف

۱- در دمای بحرانی کدام گزینه در مورد نمودار PV درست است؟

$$\begin{array}{llll} ۱. & \frac{\partial V}{\partial P} = 0 & ۲. & \frac{\partial P}{\partial V} = 0 \\ ۳. & \frac{\partial V}{\partial T} = 0 & ۴. & \frac{\partial P}{\partial T} = 0 \end{array}$$

۲- کدام گزینه نادرست است؟

۱. تغییر آنتروپی با گرما رابطه مستقیم دارد.

۲. تغییر آنتروپی با دمای سیستم رابطه مستقیم دارد.

۳. آنتروپی با یک سیستم در صفر مطلق یک ثابت جهانی است.

۴. آنتروپی با یک سیستم در صفر مطلق وابسته به تمام پارامترهای ماکروسکوپی که معادله حالت سیستم را مشخص می کند، می باشد.

۳- در کدام فرایند در یک گاز کامل، دمای دستگاه بدون دریافت یا انتقال گرما تغییر می کند؟

۱. بی دررو ۲. هم دما ۳. هم فشار ۴. هم حجم

۴- کدام گزینه در مورد دماسنج صوتی درست نیست؟

۱. از برون یابی مجذور سرعت صوت تا فشار صفر شرایط گاز کامل تضمین می شود.

۲. منحنی سرعت صوت برحسب فشار خطی است.

۳. سرعت موج صوتی در یک گاز می توان به وسیله لوله کنت اندازه گیری کرد.

۴. دما در دماسنج صوتی با مجذور سرعت نسبت مستقیم و با ضریب اتمیسیته گازها نسبت عکس دارد.

۵- این جمله معروف "ترمودینامیک به کمک کلاپیرون، کلوین و کلاوسیوس زمانی شروع به پیشرفت کرد که از طراحی ماشین جدا شد" از کدام یک از دانشمندان زیر است؟

۱. کلمان ۲. کارنو ۳. پتی ۴. مندوزا

۶- به گرمای نهان که در هنگام یک انتقال فاز در فشار ثابت اندازه گیری می شود ..... می گویند.

۱. تغییر آنتالپی ۲. تغییر انرژی گیبس

۳. تغییر انرژی هلمهولتز ۴. تغییر انرژی داخلی

۷- کدام یک از گزینه های زیر کار لازم برای تغییر آهنبایش یک جامد مغناطیسی را نشان می دهد؟

۱.  $dHdM$  ۲.  $dHdM$  ۳.  $dHdM$  ۴.  $dHdH$

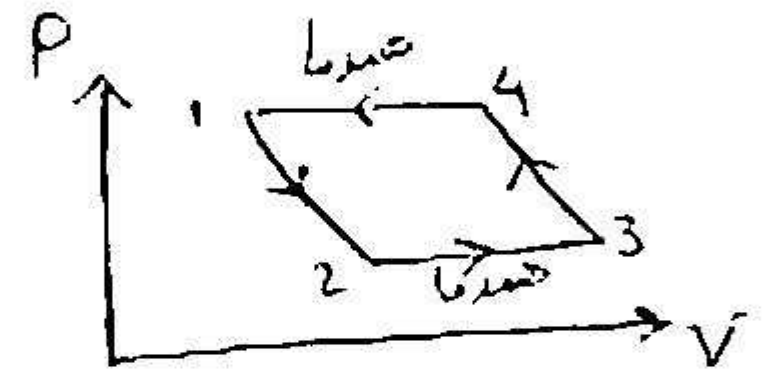
۸- کدام یک از فرایندهای زیر در چرخه کارنو گاز کامل وجود دارد؟

۱. بی درروی برگشت پذیر- بی درروی برگشت ناپذیر
۲. بی درروی برگشت پذیر- هم دما
۳. بی درروی برگشت ناپذیر- هم دما
۴. بی درروی برگشت پذیر- هم حجم

۹- در یک اتاق چهار لامپ 100 واتی روشن است. با فرض اینکه 90٪ انرژی به گرما تبدیل شود. در مدت یک ساعت چقدر گرما به کیلوژول به اتاق داده می شود؟

۱. 3600
۲. 36000
۳. 13000
۴. 1300

۱۰- در نمودار زیر در کدام فرایند دستگاه گرما از دست می دهد؟



۱. 2 به 3
۲. 3 به 4
۳. 4 به 1
۴. 1 به 2

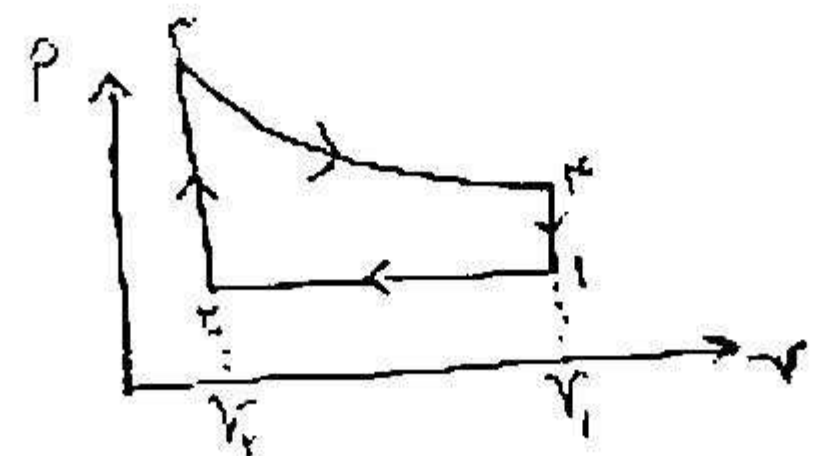
۱۱- یک قطعه مس به جرم 400g با ظرفیت گرمایی کل  $150 \text{ J/K}$  در فشار ثابت و با دمای  $100^\circ \text{C}$  به دریاچه ای با دمای

$10^\circ \text{C}$  انداخته می شود. تغییر آنتروپی جهان کدام است؟

۱.  $47/7 \text{ J/K}$
۲.  $-41/4 \text{ J/K}$
۳.  $4/8 \text{ J/K}$
۴.  $6/3 \text{ J/K}$

۱۲- نمودار PV یک موتور ایده ال به وسیله چرخه زیر تقریب زده می شود. با فرض اینکه  $\gamma = 1/4$  نسبت تراکم

$\Gamma = \frac{V_1}{V_2} = 10$  باشد. بازده این موتور کدام است؟



۱. 50٪
۲. 60٪
۳. 55٪
۴. 65٪



اگر ظرفیت گرمایی یک ماده در دمای پایین به صورت  $b \left( \frac{T^3}{T_0^4} + \frac{T}{T_0^2} \right)$  داده می شود. که در آن  $b$  و  $T_0$  ثابت

هستند. مقدار گرمای منتقل شده به ازای هر مول که در آن دما از  $T_0$  به  $2T_0$  می رسد کدام است؟

۱.  $5.25b$       ۲.  $6.25b$       ۳.  $8.75b$       ۴.  $9.25b$

۱۴- کدام یک از گزینه های زیر دیدگاه ماکروسکوپی را بیان نمی کند؟

۱. ساختار ماده را در نظر می گیرد.  
۲. قابل اندازه گیری است.  
۳. تعداد آنها کم است.  
۴. به وسیله حواس قابل درک است.

۱۵- کدام یک از گزینه های زیر بیانگر مختصه نافزونور است؟

۱. کشش سطحی      ۲. قطبش      ۳. آهنربایش      ۴. بار الکتریکی

۱۶- کار لازم برای ایجاد یک جباب کروی صابون به شعاع در یک فرایند ایستاوار در فشار جو کدام است؟

۱.  $4\pi R^2$       ۲.  $8\pi R^2$       ۳.  $4\pi s R^2$       ۴.  $8\pi s R^2$

۱۷- کدام گزینه در مورد ضرایب ویریال درست است؟

۱. ضرایب به جز در دماهای خیلی بالا، در بقیه دماها کوچک است.  
۲. ضرایب به جز در دماهای خیلی پایین، در بقیه دماها کوچک است.  
۳. ضرایب برای دماهای حدود دمای محیط کوچک است.  
۴. ضرایب به جز برای دماهای حدود دمای محیط، در بقیه دماها کوچک است.

۱۸- کدام یک از فرایندهای زیر از نوع برگشت ناپذیر گرمایی داخلی و خارجی است؟

۱. رسانش یا تابش گرما از یک سیستم به یک منبع سردتر.  
۲. ترکیدن یک جباب صابون پس از سوراخ شدن.  
۳. بهم زدن نامنظم مایع چسبندهای که در تماس با یک منبع است.  
۴. هجوم ناگهانی گاز کامل به داخل خلاء.

۱۹- مشتق آنتالپی نسبت به فشار در آنتروپی ثابت برابر است با:

۱. ظرفیت گرمایی      ۲. انرژی      ۳. دما      ۴. حجم

۲۰- کدام یک از تبدیلات زیر انرژی آزاد هلمهولتز را نشان می دهد؟

۴.  $U + PV$

۳.  $U - PV$

۲.  $U + TS$

۱.  $U - TS$

### سوالات تشریحی

۱.۲۰

۱- یک گاز که از معادله حالت  $P(v-b) = R\theta$  تبعیت میکند که در آن حجم مولی است. اگر انرژی درونی این گاز به صورت  $U = C\theta$  (ثابت  $C$ ) تعریف شود (الف) ظرفیتهای  $C_p$  و  $C_v$  را کمیت‌های مذکور و ضریب انبساط حجمی  $\beta$  حساب کنید. (ب) اگر این گاز یک چرخه کارنو را طی کند نشان دهید که دمای گاز کامل و دمای کلونین  $\theta = T$  برابرند.

۱.۲۰

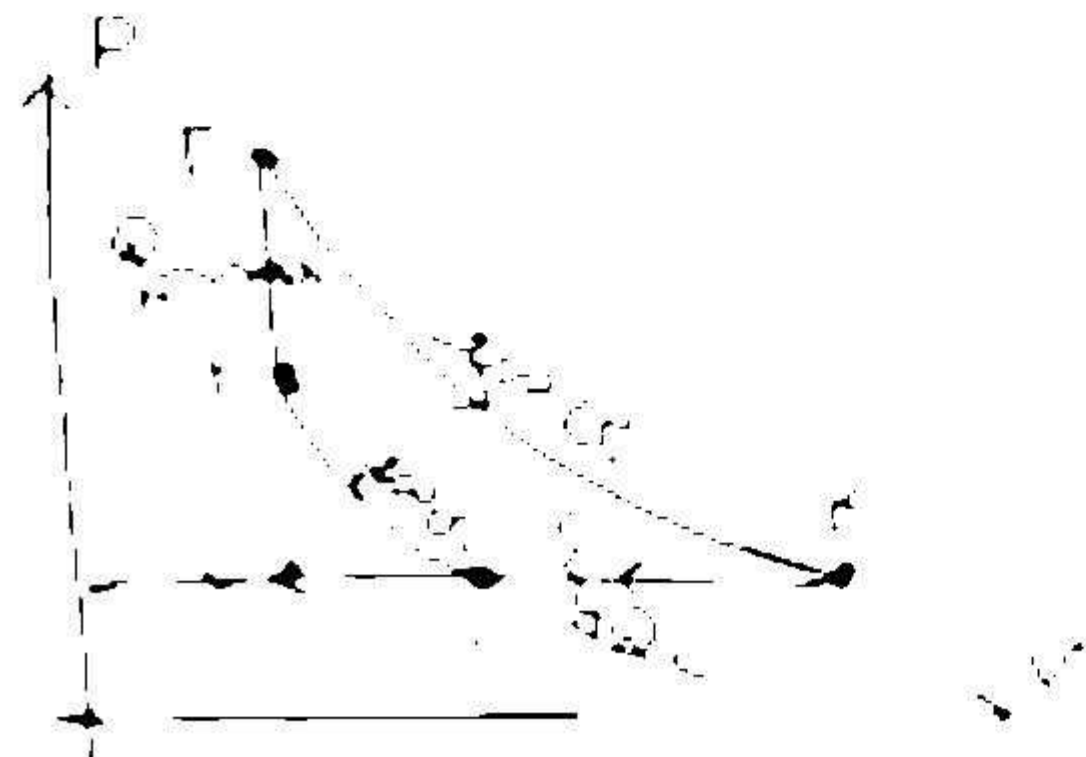
۲- دو منبع گرمایی بزرگ در دو دمای مختلف 1000 و 400 درجه کلونین قرار دارند.  
الف. اگر 200 کالری گرما از منبع گرمتر به منبع سردتر اضافه شود تغییر آنتروپی کل جهان چقدر میشود؟  
ب. فرض کنید یک ماشین گرمایی برگشتپذیر بین این دو منبع کار میکند. برای هر 200 کالری از گرما که از منبع گرمتر حرکت میکند چه کاری انجام میشود و چه کاری به انباره سردتر اضافه میشود؟  
ج. با ذکر مفهوم آنتروپی، تغییر آنتروپی در فرایند قسمت (ب) چقدر است؟

۲.۴۰

۳- اگر ارتفاع ستونی از هوا از سطح دریا باشد، (الف) نشان دهید که کاهش فشار جو در اثر افزایش  $dy$  از رابطه  $\frac{dP}{P} = -\frac{mg}{R\theta} dy$  به دست می‌آید که در آن  $m$  وزن مولکولی،  $\theta$  شتاب ثقل و  $\theta$  دمای مطلق در ارتفاع است.  
(ب) اگر کاهش فشار در قسمت (الف) ناشی از یک انبساط بیدرو باشد ارتباط  $\frac{dP}{P}$  را به  $\frac{d\theta}{\theta}$  از طریق ضریب اتمیسیته گازها  $\gamma$  تعیین کنید. (ج) با استفاده از دو قسمت قبل تغییرات دما را به ارتفاع  $\frac{d\theta}{dy}$  حساب کنید.

۱.۲۰

۴- بازده گرمایی یک چرخه سارجنت که در نمودار ساده شده زیر برای یک گاز کامل نشان داده شده است را بر حسب ضریب اتمیسیته گازها  $\gamma$  و  $\theta_i$  که در آن  $(i = 1 - 4)$  است به دست آورید.





نمبر سوال	جواب صحيح
1	ب
2	ب
3	الف
4	ب
5	د
6	الف
7	الف
8	ب
9	د
10	الف
11	د
12	ب
13	الف
14	الف
15	الف
16	د
17	ب
18	الف
19	د
20	الف

# سوالات تشریحی

نمره ۲۰

$$dU = c d\theta \quad dU = dQ - p dV \quad \Rightarrow \quad dQ = dU + p dV = c d\theta + p dV \Rightarrow dQ = c d\theta + \frac{R\theta}{v-b} dV$$

$p = R\theta / (v-b)$

$$\left(\frac{dQ}{d\theta}\right)_p = c + \frac{R\theta}{v-b} \left(\frac{dV}{d\theta}\right)_p \Rightarrow \boxed{c_p = c + pV/\beta} \Rightarrow \boxed{c_v = c}$$

تمیز (در کتاب ص ۲۳۰ آمده است)

نمره ۲۰

$$\Delta S = Q \left( \frac{1}{T_c} - \frac{1}{T_H} \right) = 200 \left( \frac{1}{400} - \frac{1}{1000} \right) = \frac{3}{10} \text{ Cal/K}$$

$$W = \eta Q_1 = \left( 1 - \frac{T_c}{T_H} \right) Q_1 = \left( 1 - \frac{400}{1000} \right) 200 = 120 \text{ Cal}$$

$Q_2 = Q_1 - W$

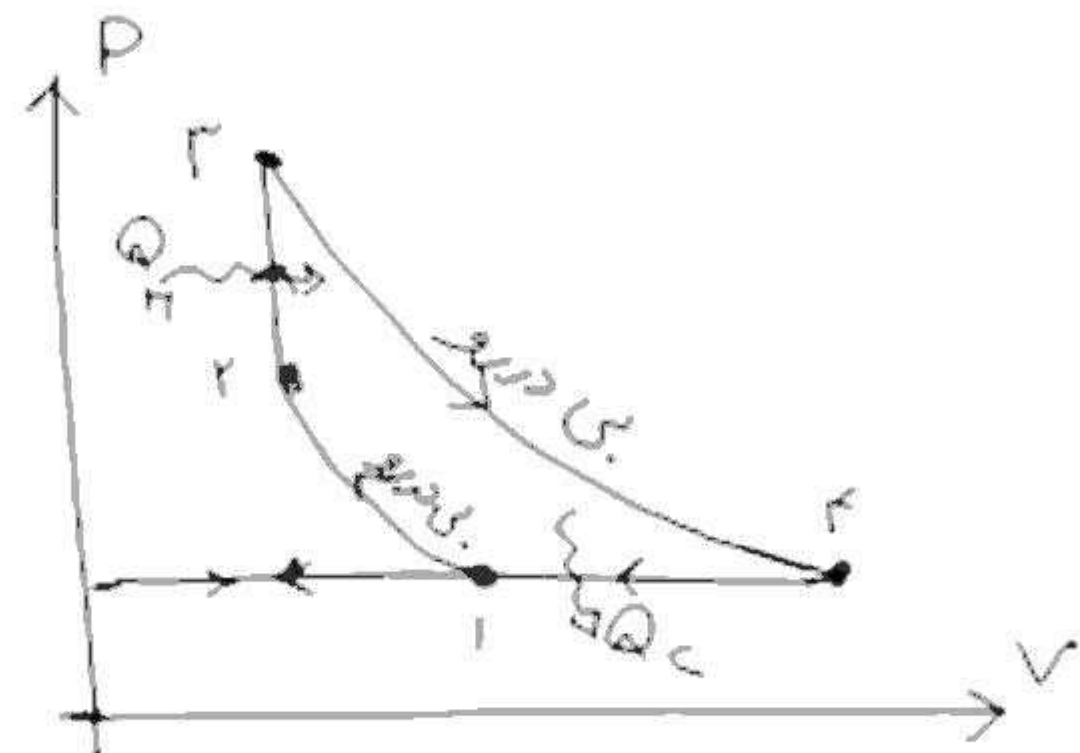
$$\Delta S = -\frac{Q_1}{T_H} + \frac{Q_2}{T_c} = -\frac{200}{1000} + \frac{80}{400} = 0$$

$Q_2 = 200 - 120 = 80$   
مجموع آنتروپی در کتاب آمده است

نمره ۲۰

۱۷۳ ص

نمره ۱۰



$$\eta = 1 - \left| \frac{Q_c}{Q_H} \right| = 1 - \frac{c_p}{c_v} \left( \frac{\theta_4 - \theta_1}{\theta_3 - \theta_2} \right)$$

$$\eta = 1 - \gamma \left| \frac{\theta_4 - \theta_1}{\theta_3 - \theta_2} \right|$$