

آزمون پایانی درس ترمودینامیک و مکانیک آماری ۱ (آزمون در خانه)

توجه:

۱. نام و نام خانوادگی و شماره دانشجویی تان را در صفحه‌ی اول پاسخنامه بنویسید.
 ۲. لطفاً تلاش کنید پاسخ‌ها را با خطی خوانا و نگارشی ساده بنویسید. طبیعی است که اگر پاسخی خوانا نباشد تصحیح نمی‌شود، و اعتراضی از این بابت پذیرفته نمی‌شود.
 ۳. فرض‌ها و نتیجه‌های فرعی را که در حل هر مساله به کار می‌برید به روشنی بیان کنید. به جز نتیجه‌هایی که در متن درسی کتاب اصلی یا درس‌نامه‌های این کلاس آمده‌است، هر نتیجه یا رابطه‌ای را که به کار می‌برید اثبات کنید.
 ۴. همه‌ی مساله‌ها هم‌نمره‌اند. تنها به ۵ مساله از ۸ مساله به انتخاب خود پاسخ دهید.
 ۵. استفاده از کتاب‌های درسی و درس‌نامه‌ها برای یادآوری مطالب یا روابط اصلی آزاد است، اما نباید پاسخ مساله‌ای را از آن‌ها رونویسی یا برداشت کرد. اگر از برخی از نتایج منابعی جز کتاب درسی اصلی استفاده می‌کنید، به آن‌ها ارجاع مناسب بدهید. فرض بر این است که در پاسخنامه‌تان نتیجه‌ی تلاش فکری، خلاقیت، و محاسبات خودتان را می‌نویسید، نه رونوشتی از نتایج دیگران یا حاصل مشورت با آن‌ها. تاکید می‌شود که دانشجویان ملزم به رعایت اصول حرفه‌ای و آداب شرکت در آزمون‌های غیرحضور (که دانشگاه آن‌ها را اعلام کرده) هستند.
 ۶. لطفاً نسخه‌ای الکترونیکی و (تا حد ممکن) کم‌حجم از پاسخنامه‌تان را به صورت تایپ‌شده یا دست‌نویس اسکن‌شده‌ای در قالب یک فایل pdf از آدرس ای‌میل رسمی دانشگاهی تان به آدرس ای‌میل من (rezakhani@sharif.edu) بفرستید.
 ۷. تنها یک فایل از هر دانشجو پذیرفته می‌شود. لطفاً پاسخنامه‌تان را چند بار نفرستید.
 ۸. در برنامه‌ریزی زمانی برای آماده کردن فایل پاسخنامه‌ها پیش‌بینی‌های لازم را بکنید تا مشکلات تکنیکی احتمالی منجر به دیرکرد در فرستادن پاسخنامه نشود. در پنج دقیقه‌ی اول تاخیر پنج درصد و در ده دقیقه‌ی بعدی پانزده درصد از نمره‌ی کل این آزمون به‌عنوان جریمه کم می‌شود. دیرکرد بیش از پانزده دقیقه نیز برابر با تحویل ندادن برگه‌ی پاسخنامه در نظر گرفته می‌شود.
 ۹. قاعده‌ی محاسبه‌ی نمره‌ی پایانی درس (T) بر پایه‌ی نمره‌ی آزمون میان‌ترم (M)، نمره‌ی آزمون پایان‌ترم (F)، نمره‌ی تمرین‌ها (H)، و نمره‌ی مساله‌های امتیازی (B) به صورت زیر است:
$$T = \max \{ (3/20)M + (13/20)F, (6/20)M + (10/20)F \} + H + B.$$
- مساله‌های امتیازی از روز ۲۹ تیر ساعت ۱۲ ظهر در وب‌گاه درس (<http://physics.sharif.edu/>) در دسترس خواهد بود. زمان تحویل پاسخ آن‌ها در همان روز اعلام می‌شود. این مساله‌ها حداکثر ۲ نمره‌ی اضافی خواهند داشت. بندهای ۱ تا ۷ نیز در مورد آن‌ها برقرار است.
۱۰. موفق باشید.

1.

(a) A cylindrical wire of thermal conductivity κ , radius a and resistivity ρ uniformly carries a current I . The temperature of its surface is fixed at T_0 using water cooling. Show that the temperature $T(r)$ inside the wire at radius r is given by

$$T(r) = T_0 + \frac{\rho I^2}{4\pi^2 a^4 \kappa} (a^2 - r^2).$$

2.

Show that particles hitting a plane boundary have travelled a distance $2\lambda/3$ perpendicular to the plane since their last collision, on average.

3.

Show that the time dependence of the pressure inside an oven (volume V) containing hot gas (molecular mass m , temperature T) with a small hole of area A is given by

$$p(t) = p(0)e^{-t/\tau},$$

with

$$\tau = \frac{V}{A} \sqrt{\frac{2\pi m}{k_B T}}.$$

4.

A soap bubble of radius R_1 and surface tension γ is expanded at constant temperature by forcing in air by driving in a piston containing volume V_{piston} fully home. Show that the work ΔW needed to increase the bubble's radius to R_2 is

$$\begin{aligned} \Delta W = & p_2 V_2 \ln \frac{p_2}{p_1} + 8\pi\gamma(R_2^2 - R_1^2) \\ & + p_0(V_2 - V_1 - V_{\text{piston}}), \end{aligned}$$

where p_1 and p_2 are the initial and final pressures in the bubble, p_0 is the pressure of the atmosphere and $V_1 = \frac{4}{3}\pi R_1^3$ and $V_2 = \frac{4}{3}\pi R_2^3$.

5.

The temperature of the Earth's surface is maintained by radiation from the Sun. By making the approximation that the Sun is a black body, but now assuming that the Earth is a grey body with albedo A (this means that it reflects a fraction A of the incident energy), show that the ratio of the Earth's temperature to that of the Sun is given by

$$T_{\text{Earth}} = T_{\text{Sun}}(1 - A)^{1/4} \sqrt{\frac{R_{\text{Sun}}}{2D}}$$

where R_{Sun} is the radius of the Sun and the Earth-Sun separation is D .

6. By what factor does the number of states increase if 1J heat is added (reversibly) to a system at room temperature (300 K)?

7. At absolute zero show that $(\partial\mu/\partial T)_{p,N} = 0$, where μ , T , p , and N are, respectively, chemical potential, temperature, pressure, and number of particles.

8. Le Chatelier's principle states: "a system at thermodynamic equilibrium, when subjected to a disturbance, responds in such a way as to minimize the disturbance." Prove it.
