به نامِ خدا

دانش‌گاهِ صنعتی‌ِ اصفهان ـ دانش‌کده‌ی فیزیک

تمرین سری ۱ـ فصل اول

شنبه ۱۸ فروردین ۱۳۹۷

---

۱. (آ) دینامیک اتاق

یک دستگاه تهویه‌ی هوا اتاق شما را با از بین بردن انرژی گرمایی خنک می‌کند. در عین حال این دستگاه انرژی الکتریکی مصرف می‌کند. آیا تناقضی با قانون اول وجود ندارد؟

(ب) آیا می‌توان یک وسیله با تکنولوژی بالا طراحی کرد به طوری که روی پنجره‌ی شما نصب شود و به طور پیوسته انرژی گرمایی ناخواسته اتاق‌تان را به الکتریسیته تبدیل کند ؟ و سپس شما بتوانید آن را به شرکت‌های نیرو عرضه کنید؟! توضیح دهید.

۲. متابولیسم (سازوکار)

متابولیسم یک عبارت کلی برای همه‌ی واکنش‌های شیمیایی است که در آن غذا شکسته و سوخته می‌شود و انرژی آزاد می‌شود. در اینجا داده‌های برخی از متابولیسم و تبادل گازهای مربوط به فرآیندهای شکسته شدن آمده است.

جدول مربوطه انرژی آزادشده، اکسیژن مصرفی و میزان کربن دی اکسید آزاد شده در طول جذب غذا بر واحد گرم غذا را نشان می‌دهد.

(آ) بازده انرژی بر میزان لیتر اکسیژن مصرفی برای هر نوع غذا را محاسبه کنید و توجه داشته باشید که این میزان تقریبا ثابت است. بنابراین می‌توانیم نرخ متابولیک یک فرد را به راحتی با اندازه‌گیری نرخ مصرف اکسیژن آن فرد تعیین و مشخص نماییم. در مقابل، نسبت‌های $CO_2/O2$ برای غذاهای مختلف متفاوت است. این جریان و چرخه به ما اجازه می‌دهد تا حدس بزنیم که در واقع چه مقدار از منابع انرژی با مقایسه‌ی اکسیژن ورودی با کربن‌دی‌اکسید خروجی مصرف شده است.

(ب) یک انسان بزرگسال در حالت استراحت حدود ۱۶ لیتر O_2 بر ساعت مصرف می‌کند. گرمای آزاد شده‌ی مربوطه، " نرخ(میزان) متابولیسم پایه" (BMR) نامیده می‌شود. این میزان را به kcal/hour و kcal/days محاسبه کنید.

(ج) چه میزان توانی معادل این مقدار برحسب وات است؟

(د) به طور معمول ، میزان خروجی CO_2 ممکن است $13.4\frac{liters}{hours}$ باشد. چه نظری درباره‌ی نوع مواد مصرفی می‌توان داشت؟

(ه) در طول تمرین و ورزش، نرخ و میزان سازوکار(متابولیک) افزایش می‌یابد. کسی که به میزان ۱۰ ساعت روزانه کار سنگین انجام می‌دهد ممکناست به حدود $350kcal$ غذا در روز نیاز داشته باشد. فرض کنید

جدول ۱ : جدول مربوط به سوال ۲

غذا	$kcal/g$	liters O_2/g	liters CO_2/g
کربوهیدرات	4.1	0.81	0.81
چربی	9.3	1.96	1.39
پروتئین	4.0	0.94	0.75
الکل	7.1	1.46	0.97

این شخص کار مکانیکی خود را با نرخ $50w$ در هر ساعت انجام می‌دهد. می‌توان یک "بهره‌ی بدنی" را به عنوان نسبت کار مکانیکی انجام شده به انرژی اضافی ورودی (قبلا BMR در بخش ب حساب شد) تعریف کرد. این میزان بهره را محاسبه کنید.

---

۳. دمای زمین :

خورشید با نرخ حدودی $3.9 \times 10^{26}w$ انرژی ساطع می‌کند. روی زمین این میزان، جریان انرژی I_e در حدود $1.4\frac{kW}{m^2}$ را سبب می‌شود. در این مساله،ما بررسی می‌کنیم که آیا هیچ سیاره‌ی دیگری در منظومه‌ی خورشیدی ما وجود دارد که بتواند حیات بر پایه آب مانند آنچه در زمین وجود دارد در آن مشاهده شود؟

فرض کنید یک سیاره در فاصله‌ی d از خورشید قرار دارد (و d_e فاصله‌ی زمین باشد). در این فاصله،شار انرژی خورشیدی $I = I_e(\frac{d_e}{d})^2$ است. همانطور که مشخص است با معکوس مربع فاصله کاهش پیدا می‌کند. فرض کنید شعاع سیاره R است و سیاره کسر α از نور خورشید را جذب می‌کند و بقیه را به سمت فضا بازتاب می‌کند. این سیاره صفحه‌ی خورشید را به مساحت πR^2 تقسیم می‌کند. به طوری که میزان توان کلی $\pi R^2 \alpha I$ را دریافت و جذب می‌کند. شعاع زمین در حدود ۶۴۰۰ km است.

خورشید زمان زیادی است که در حال تابش است اما دمای زمین تقریبا ثابت مانده است. سیاره در یک حالت پایدار است. برای اینکه این اتفاق بیفتد، میزان انرژی خورشیدی جذب شده باید به محض رسیدن با سرعت زیادی به فضا برگردد.(شکل ۱,۲ را ببینید). چون نرخی که درآن یک جسم تابش گرمایی می‌کند به دمای آن بستگی دارد، می‌توانیم میزان متوسط دمای سیاره را با استفاده از فرمول

شار گرمای ساطع شده $= \alpha\sigma T^4$

در این فرمول $\sigma = 5.7 \times 10^{-8}\frac{W}{m^2k^4}$ (ثابت استفان بولتزمن) را بیان می‌کند. این فرمول نرخ انرژی اتلافی (از دست رفته) بر واحد سطح جسم در حال تابش (در اینجا زمین) را مشخص می‌کند. نیازی به اثبات این فرمول نیست اما دقت داشته باشید که واحدها و یکاها در آن به چه صورت است.

(آ) بر اساس این فرمول میانگینن دمادر سطح زمین را محاسبه و آن را میزان واقعی ۲۸۹ k مقایسه کنید.

(ب) بر اساس یان فرمول محاسبه کنید که فاصله‌ی سیاره‌ای در ابعاد زمین تا خورشید چقدر ممکن است باشد (بر حسب ضریبی از d_e)، در حالیکه همچنان دمای متوسط بالای نقطه انجماد داشته باشد.

(ج) بر اساس یان فرمول محاسبه کنید که فاصله‌ی سیاره‌ای در ابعاد زمین تا خورشید چقدر ممکن است باشد. (بر حسب ضریبی از d_e)، در حالیکه همچنان دمای متوسط زیر جوش داشته باشد.

(د) اختیاری: اگر مدار سیارات را بدانیم کدامیک از آنها کاندیدای مناسبی برای حیات بر پایه‌ی آب هستند؟

۴. ابعاد اتمی:

در سال ۱۸۵۸ جی واترسون یک راه هوشمندانه برای تخمین سایز مولکولی از خصوصیات ماکروسکوپی یک مایع با مقایسه‌ی کشش سطحی آن و گرمای تبخیر آن پیدا کرد. کشش سطحی آب، Σ ، میزان کار لازم بر واحد مساحت است که یک سطح را آزادتر می‌سازد. برای درک بهتر، شکستن یک آجر به دو قسمت را تصور کنید؛دو قطعه دو سطح جدید پیدا می‌کنند. فرض کنید Σ مقدار کار لازم برای ساختن این سطوح جدید باشد که از تقسیم سطح کلی‌شان بوجود آمده است. که مقدار عددی آن برای آب در حالت مایع، کشش سطحی است.

گرمای بخار آب، Q_{vap} ،انرژی بر واحد حجمی است که ما باید به آب در حالت مایع بدهیم(پایینتر از نقطه‌ی جوش) تا به طور کامل به بخار تبدیل شود(درست بالاتر از نقطه‌ی جوش). به این ترتیب،گرمای تبخیر، انرژی لازم برای جداکردن همه‌ی مولکول‌ها از همدیگر است.

یک مایع را مانند یک ارایه‌ی مکعبی با N مولکول بر سانتیمتر در هر سه جهت تصور کنید. هر مولکول نیروهای جاذبه ضعیفی با شش همسایه‌ی نزدیکتر خود دارد. فرض کنید برای شکستن هر یک از این پیوندها انرژی ϵ نیاز است. بنابراین برای تبخیر کامل $1cm^3$ از مایع نیاز دارد که همه‌ی پیوندها را بشکنیم. انرژی لازم برابر می‌شود با $Q_{vap} \times (1cm^3)$.

در مرحله‌ی بعد یک مولکول روی سطح سیال در نظر بگیرید. این مولکول تنها ۵ پیوند دارد_نزدیکترین همسایه‌ی بالایی وجود ندارد.(فرض کنید یک مرز مایع_خلا وجود دارد.) یک تصویر رسم کنید که این وضعیت را نمایش دهد. برای ایجاد سطح بیشتر نیاز است تا پیوندهای بیشتری شکسته شوند. انرژی لازم برای این کار، انرژی لازم برای تقسیم بندی به سطح جدید، برابر Σ است.

(آ) برای آب، $Q_{vap} = 2.3 \times 10^9 \frac{J}{m^3}$ ، $\Sigma = 0.072 \frac{J}{m^2}$ است. مقدار N را تخمین بزنید.

(ب) با فرض اینکه مولکول‌ها بسیار به هم نزدیک هستند، قطر تقریبی مولکول را تخمین بزنید.

(ج) چه تخمینی برای عدد آووگادرو بدست می‌آورید؟

«موفق باشید»