

باسمه تعالی
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش پژوهان جوان
مبارزه ی علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. حضرت امام خمینی (ره)



دفترچه سوالات بیست و یکمین المپیاد فیزیک کشور مرحله اول

۴ بهمن ماه ۱۳۸۶ (۹:۰۰ تا ۱۳:۰۰)

کد دفترچه ی سوالات: ۲

مدت آزمون: ۴ ساعت

تذکرها:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به موارد زیر دقیقاً توجه فرمایید:
- ۱) کد برگه ی سؤال های شما ۲ است. لازم است خانه مربوط به این رقم را درمحل مربوط درپاسخ نامه سیاه کنید. در غیر این صورت پاسخ نامه ی شما تصحیح نخواهد شد. توجه داشته باشید کد برگه ی سؤال های شما که دربالای هریک ازصفحه های این دفترچه نوشته شده است، با کد اصلی که در همین صفحه است یکسان باشد.
 - ۲) این آزمون ۴۲ سؤال چند گزینه ای و ۷ مسئله ی کوتاه دارد و وقت آن ۴ ساعت است.
 - ۳) در سؤال های چند گزینه ای به هر پاسخ درست امتیاز مثبت و به هر پاسخ غلط امتیاز منفی تعلق می گیرد. نمره ی مثبت و منفی هر سؤال در پرانتزی مقابل همان سؤال نوشته شده است.
 - ۴) هر سؤال چند گزینه ای فقط یک گزینه ی درست دارد و انتخاب بیش از یک گزینه معادل با پاسخ نادرست است.
 - ۵) مشخصات خواسته شده را «به طور کامل» روی برگه ی پاسخ نامه بنویسید و خانه های مربوط راپرکنید.
 - ۶) لطفاً پاسخنامه را تمیز نگه دارید و آن را تا نکنید، زیرا پاسخنامه ها با دستگاه علامت خوان تصحیح می شوند.
 - ۷) هم راه داشتن ماشین حساب و تلفن هم راه مجاز نیست. اگر دارید در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
 - ۸) نتیجه ی این آزمون در اواخر اسفندماه اعلام خواهد شد.
 - ۹) پذیرفته شده های آزمون مرحله اول، در اردیبهشت ۱۳۸۷ در آزمون مرحله دوم شرکت خواهند کرد.
 - ۱۰) پس از پایان آزمون می توانید دفترچه سوال ها را هم راه خود ببرید.

کلیه ی حقوق این سؤال ها برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

(۱) یک جسم در هوا سقوط می‌کند. به خاطر مقاومت هوا، پس از مدتی سرعت این جسم ثابت می‌شود. به این سرعت ثابت سرعت حد می‌گویند. فرض کنید سرعت حد برای دو قرص نازک به شعاع‌ها R_1 و R_2 ، به ترتیب v_1 و v_2 است. سقوط این قرص‌ها چنان است که همیشه صفحه‌ی قرص افقی می‌ماند. دو قرص را به هم می‌چسبانیم، چنان که مرکز و صفحه‌ی دو قرص یک‌سان شود. دیده می‌شود برای سقوط این قرص چنان که صفحه‌ی آن همیشه افقی بماند، سرعت حد v است. با فرض $R_1 < R_2$ ، کدام گزینه درست است؟

(۴، -۱)

(۱) حتماً $v > v_2$ و حالت‌هایی هست که $v < v_1$

(۲) حتماً $v > v_2$ و $v > v_1$

(۳) حتماً v بین v_1 و v_2 است

(۴) حتماً $v < v_2$ و حالت‌هایی هست که $v > v_1$

(۵) حتماً $v < v_2$ و $v < v_1$

(۲) یک پرتابه از نقطه‌ی A در سطح زمین، با زاویه‌ی θ نسبت به افق چنان پرتاب می‌شود که به نقطه‌ی B در سطح زمین برسد. فرض کنید در اندازه‌ی سرعت پرتابه محدودیت‌ی نداریم. فاصله‌ی A و B از هم R است. در نقطه‌ای روی پاره‌خط AB و به فاصله‌ی X از A یک دیوار به ارتفاع h هست، که پرتابه باید از روی آن بگذرد. محدوده‌ی θ برای این که پرتابه بتواند از روی دیوار بگذرد و به نقطه‌ی B برسد کدام است؟

(۳، -۱)

(۱) $\tan \theta < \frac{Rh}{X(R+X)}$

(۲) $\frac{Rh}{X(R+X)} < \tan \theta < \frac{Rh}{XR}$

(۳) $\frac{Rh}{XR} < \tan \theta < \frac{Rh}{X(R-X)}$

(۴) $\frac{Rh}{X(R-X)} < \tan \theta$

(۲) بر اساس مشاهده، این واقعیت‌ها ی تقریبی در مورد پستانداران دیده شده. تعداد ضربان قلب همه ی پستانداران طی عمرشان یک‌سان است. تعداد ضربان بر زمان با توان مصرف‌شده بر جرم متناسب است. توانی که یک پستاندار مصرف می‌کند با جرم آن به توان $\frac{3}{4}$ متناسب است. جرم وال آبی ۲۰۰ تن و جرم یک پستاندار بسیار کوچک ۲ گرم است. نسبت عمر وال آبی به عمر آن پستاندار کوچک کدام است؟

(۵، -۱)

- (۱) ۰٫۰۱ (۲) ۰٫۱ (۳) ۱ (۴) ۱۰ (۵) ۱۰۰ (۶) ۱۰۰۰

- (۴) گلوله‌ای مستقیماً به سمت بالا پرتاب می‌شود و به ارتفاع h می‌رسد. سپس پایین می‌آید و به سطح زمین می‌خورد، و دوباره بالا می‌رود و این عمل تکرار می‌شود. فرض کنید به علت برخورد با زمین، در هر بار بالا و پایین رفتن، ارتفاع گلوله f برابر شود ($f < 1$). مسافت کل پیموده شده تقسیم بر زمان کل حرکت چه قدر است؟

(+۳, -۱)

$$\frac{\sqrt{gh/2}}{1-\sqrt{f}} \quad (۴) \quad \frac{\sqrt{gh/2}}{1-f} \quad (۳) \quad \frac{\sqrt{gh/2}}{1+\sqrt{f}} \quad (۲) \quad \frac{\sqrt{gh/2}}{1+f} \quad (۱)$$

- (۵) جسمی روی یک سطح شیب‌دار بدون اصطکاک از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند، چنان که جابه‌جایی افقی آن مقدار ثابت d است. زمان این حرکت به زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق بستگی دارد. کمترین مقدار این زمان چه قدر است؟

(+۳, -۱)

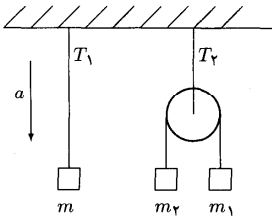
$$\sqrt{\frac{d}{2g}} \quad (۴) \quad \sqrt{\frac{2d}{g}} \quad (۳) \quad \sqrt{\frac{d}{g}} \quad (۲) \quad 2\sqrt{\frac{d}{g}} \quad (۱)$$

- (۶) پرتابه‌هایی با سرعت یک‌سان v ولی با زاویه‌های متفاوت نسبت به افق، و همگی از سطح زمین پرتاب می‌شوند تا دوباره به سطح زمین برسند. یکی از این پرتابه‌ها بیش‌ترین طول مسیر را طی می‌کند. در مورد زاویه‌ی این پرتابه کدام گزاره درست است؟

(۱) کم‌تر از ۴۵ درجه است (۲) ۴۵ درجه است (۳) بیش‌تر از ۴۵ درجه است

- (۷) در دست‌گاهی که در شکل کشیده شده است از جرم قرقره‌ها و نخ‌ها چشم ببوشید. سقف با شتاب a پایین می‌آید. m چه قدر باشد تا $T_1 = T_2$ باشد؟

(+۳, -۱)



$$m_1 + m_2 \quad (۱)$$

$$(m_1 + m_2) \left(\frac{g-a}{g} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{4 m_1 m_2}{m_1 + m_2} \quad (۳)$$

$$\frac{4 m_1 m_2}{m_1 + m_2} \left(\frac{g-a}{g} \right) \quad (۴)$$

(۸) یک گوی توپر به شعاع R از ارتفاع h روی یک سطح سخت می‌افتد و از صفحه‌ای که از مرکز گوی می‌گذرد می‌شکند. برای شکستن گوی لازم است پیوند بین ملکول‌هایی که از هم دور می‌شوند بشکند و شکستن هر پیوند مقدار معینی انرژی لازم دارد که به جنس ماده مربوط است. برای گوی‌های از جنس یک‌سان، کم‌ترین مقدار h برای شکستن گوی با R^α متناسب است. α چند است؟

(+۴, -۱)

- (۱) -۲ (۲) -۱ (۳) ۰ (۴) ۱ (۵) ۲

(۹) کش سبک ۱ به یک قلاب ثابت وصل است. از سر دیگر آن جرم m آویزان است. از سر دیگر جرم m هم کش سبک ۲ آویزان است. شتاب گرانش g است. کش ۲ را با نیروی T_1 به سوی پایین می‌کشیم، چنان که جرم m با شتاب a به سوی پایین حرکت کند. در این حالت کشش کش ۱ برابر T_1 می‌شود. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)

(۱) $T_1 < T_2$

(۲) $T_1 = T_2$

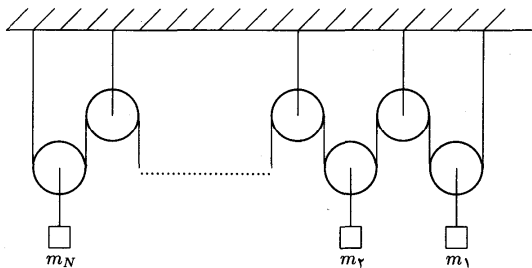
(۳) $T_1 > T_2$

(۴) مواردی هست که $T_1 < T_2$ ، و مواردی هست که $T_1 > T_2$

(۱۰) مطابق شکل $(N-1)$ قرقره‌ی ثابت به سقف بسته شده است. N قرقره‌ی متحرک هم داریم که به آن‌ها جرم‌های m_1 و m_2 و ... و m_N بسته شده است. M با رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود.

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} + \dots + \frac{1}{m_N}$$

از جرم قرقره‌ها و نخ‌ها چشم‌پوشید.



(+۳, -۱)

کشش نخ‌ی که از همه‌ی قرقره‌ها می‌گذرد چه قدر است؟

- (۱) $N M g$ (۲) $\frac{1}{N} N M g$ (۳) $2 N M g$ (۴) $M g$

۱۱) چگالی یک مایع تابع فشار آن است، به این شکل که $\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} = \frac{P - P_0}{B}$. در این جا ρ چگالی در فشار P ، ρ_0 چگالی در فشار P_0 ، و B پارامتری به اسم مدول کپه‌ای است. برای آب مدول کپه‌ای $P_0 = 2 \times 10^9$ Pa است. چگالی آب در سطح اقیانوس را با ρ_0 ، و چگالی آب در عمق 10 km را با ρ نشان می‌دهیم. چه قدر است $\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0}$ ؟

(+۵، -۱)

- ۱) ۰/۰۰۰۰۵ (۲) ۰/۰۰۰۲ (۳) ۰/۰۱ (۴) ۰/۰۰۵ (۵) ۰/۲ (۶) ۱

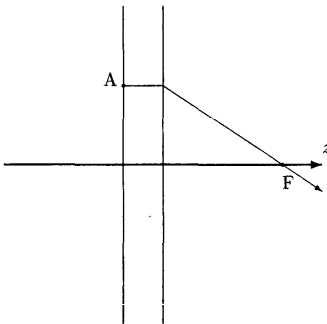
۱۲) ترازهای انرژی یک سیستم به شکل $E(n+1)$ است، که E یک مقدار ثابت مثبت است و n باید صحیح و نامنفی باشد. گذارهایی بین این ترازها را در نظر بگیرید که در آن‌ها انرژی آزاد شده کوچک‌تر از E است. تعداد این گذارها چندتا است؟ (دو گذار متمایز که انرژی آزاد شده در آن‌ها یکسان است را دو گذار بگیرید نه یکی.)

(+۵، -۱)

- ۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۷ (۵) ۹ (۶) ۱۱

۱۳) یک باریکه‌ی نور عمود بر یک تیغه از یک ماده‌ی شفاف می‌خورد. بیرون این تیغه ضریب شکست یک است. این تیغه به شکل قرصی نازک به کلفتی Δ است. محور عمود بر این تیغه و گذرنده از مرکز آن را محور z می‌گیریم. ضریب شکست در تیغه تابع r (فاصله از محور z) است. باریکه‌ی نور وقتی از تیغه می‌گذرد هم‌گرا می‌شود. نقطه‌ای پشت تیغه روی محور z و در فاصله f از سطح پشتی تیغه هست که شدت باریکه در آن بیشینه است. این نقطه F چنان است که اگر پرتوی نوری از این باریکه در نقطه‌ی A به فاصله r از محور z وارد تیغه شود، درون تیغه موازی با محور z حرکت کند، و بیرون تیغه به خط مستقیم حرکت کند تا به نقطه‌ی F برسد، زمان لازم برای این که نور از A به F برسد مستقل از r است. با فرض این که ضریب شکست در تیغه روی محور z برابر n_0 است، $n(r)$ (ضریب شکست درون تیغه در فاصله r از محور z) کدام است؟

(+۵، -۱)



$$n_0 \frac{f}{\sqrt{f^2 + r^2}} \quad (1)$$

$$n_0 - 1 + \frac{f}{\sqrt{f^2 + r^2}} \quad (2)$$

$$n_0 + \frac{f - \sqrt{f^2 + r^2}}{\Delta} \quad (3)$$

$$n_0 \left(1 + \frac{f - \sqrt{f^2 + r^2}}{\Delta} \right) \quad (4)$$

$$n_0 - \frac{r^2}{f \Delta} \quad (5)$$

$$n_0 \left(1 - \frac{r^2}{f \Delta} \right) \quad (6)$$

(۱۴) یک استوانه که با یک پیستون متحرک مسدود شده شامل مقداری از یک گاز و مقداری از یک مایع است. حجم گاز V_1 و حجم مایع V_2 است. دمای این سیستم T_1 و فشار آن P است. گاز در مایع حل می‌شود و در نتیجه حجم مجموعه V_2 می‌شود. طی این فرآیند فشار تغییر نمی‌کند، دما T_2 می‌شود، و این سیستم با بیرون گرما یا ماده مبادله نمی‌کند. انرژی درونی مجموعه‌ی گاز و مایع پیش از حل شدن را با U_1 و انرژی درونی محلول را با U_2 نشان می‌دهیم. این انرژی‌ها به حجم و دما بستگی دارند. ظرفیت گرمایی (یعنی گرما ی ویژه ضرب در جرم) برای محلول را با C نمایش می‌دهیم و آن را ثابت می‌گیریم. مقدار U_2 در دما ی T_1 (همان دما ی اولیه) و حجم V_2 منها ی مقدار U_1 در دما ی T_1 و حجم $(V_1 + V_2)$ چه قدر است؟

(+۵, -۱)

$$C(T_2 - T_1) \quad (۱)$$

$$C(T_1 - T_2) \quad (۲)$$

$$\text{صفر} \quad (۳)$$

$$PV_1 \quad (۴)$$

$$PV_1 + C(T_2 - T_1) \quad (۵)$$

$$PV_1 - C(T_2 - T_1) \quad (۶)$$

(۱۵) یک جسم از ارتفاع h سقوط می‌کند. نیروی مقاومت هوا وارد بر این جسم متناسب با سرعت آن است. اگر اثر مقاومت هوا کم باشد، برای محاسبه‌ی کار مقاومت هوا می‌شود معادله‌ی حرکت ذره در حالت سقوط آزاد را به کار برد و نیروی مقاومت را با استفاده از همان سرعت در حالت سقوط آزاد (یعنی بدون مقاومت هوا) حساب کرد. فرض کنید چنین است. کار مقاومت هوا با h^α متناسب است. α کدام است؟

(+۳, -۱)

$$\frac{1}{4} \quad (۴) \qquad ۱ \quad (۳) \qquad \frac{3}{4} \quad (۲) \qquad ۲ \quad (۱)$$

(۱۶) از یک شیر آب قطره‌هایی به حجم V سقوط می‌کنند. جریان شیر (حجم آب بر زمان) Q است. هر قطره به ارتفاع h سقوط می‌کند. شتاب گرانش g است. شرط لازم و کافی برای این که در هر لحظه حد اکثر یک قطره در حال سقوط باشد کدام است؟

(+۳, -۱)

$$Q \leq V \sqrt{\frac{2g}{h}} \quad (۱)$$

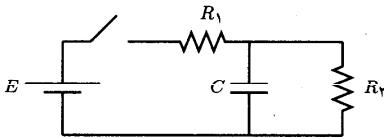
$$Q \leq V \sqrt{\frac{g}{h}} \quad (۲)$$

$$Q \leq V \sqrt{\frac{g}{2h}} \quad (۳)$$

$$Q \leq V \sqrt{\frac{g}{4h}} \quad (۴)$$

۱۷) در مدار شکل، کلید به طور دوره‌ای قطع و وصل می‌شود، چنان که طی هر دوره زمان قطع بودن آن T_1 و زمان وصل بودن آن T_2 است. ظرفیت خازن آن قدر بزرگ است که ولتاژ خازن تقریباً مقدار ثابت V است. T_1 و T_2 چنان تنظیم می‌شوند که بار خازن در آغاز و پایان هر دوره قطع و وصل شدن کلید یک‌سان باشد. $\frac{T_1}{T_2}$ کدام است؟

(+۵, -۱)



$$\frac{E}{V} \quad (1)$$

$$\frac{E}{V} - \frac{R_2}{R_1} - 1 \quad (2)$$

$$\frac{E}{V} \frac{R_2}{R_1} - 1 \quad (3)$$

$$\frac{E}{V} \frac{R_2}{R_1} - \frac{R_2}{R_1} - 1 \quad (4)$$

$$\frac{E}{V} \left(\frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \frac{R_2}{R_1} \quad (5)$$

$$\left(\frac{E}{V} - 1 \right) \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \quad (6)$$

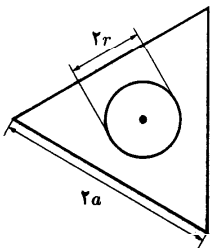
۱۸) فاصله‌ی پلوتن تا خورشید 6×10^9 km، فاصله‌ی زمین تا خورشید 1.5×10^8 km، و شعاع پلوتن 1000 km است. فرض کنید همگی نور خورشیدی که به پلوتن می‌رسد از آن باز می‌تابد و به طور یک‌نواخت در فضا پخش می‌شود. شدت نور خورشید در سطح زمین را با I_1 و شدت نور خورشید بازتابیده از پلوتن در سطح زمین را با I_2 نشان می‌دهیم. شدت نوری توان نور تقسیم بر سطح عمود بر جهت تابش نور. $\frac{I_2}{I_1}$ به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

(+۴, -۱)

- (۱) 10^{-8} (۲) 10^{-11} (۳) 10^{-14} (۴) 10^{-17} (۵) 10^{-20}

۱۹) شکل زیر مقطع منشوری از یک ماده‌ی شفاف به ضریب شکست n را نشان می‌دهد که در وسط آن یک سوراخ استوانه‌ای به شعاع r ایجاد شده است. روی محور این سوراخ رشته‌ای نورانی قرار گرفته است. منشور حول محور خود با سرعت ثابت می‌چرخد. ناظری که در نقطه‌ی M برای مدتی طولانی به دستگاه نگاه می‌کند در چه کسری از زمان می‌تواند رشته‌ی نورانی را ببیند؟

(+۴, -۱)



$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

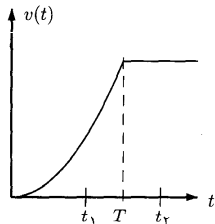
$$\frac{a\sqrt{3}}{3r} \quad (2)$$

$$\frac{3r}{a\sqrt{3}} \quad (3)$$

$$\frac{2 \arcsin \frac{1}{n}}{2\pi} \quad (4)$$

(۵) در تمام زمان‌ها

(۲۰) خودرویی در لحظه‌ی $t = 0$ از حالت سکون روی مسیری مستقیم شروع به حرکت می‌کند. اندازه‌ی سرعت خودرو به صورتی که در نمودار مشخص شده تغییر می‌کند. در بازه‌ی $0 \leq t \leq T$ سرعت به شکل $v(t) = bt^2$ است که در آن b ثابت است. در کف خودرو جعبه‌ای قرار دارد که تا لحظه‌ی t_1 نسبت به خودرو ساکن است. جعبه در لحظه‌ی t_1 شروع به سر خوردن می‌کند، و در لحظه‌ی t_2 در خودرو ساکن می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی جعبه با کف خودرو چه قدر $(-1, +5)$ است؟



$$\frac{b}{g}(t_2 + t_1) \quad (1)$$

$$\frac{b(T^2 - t_1^2)}{g(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

$$\frac{b}{g}(t_2 - t_1) \quad (3)$$

$$\frac{b}{g}(T + t_1) \quad (4)$$

$$\frac{b}{g}(T - t_1) \quad (5)$$

$$\frac{b(t_2^2 - t_1^2)}{g(t_2 - T)} \quad (6)$$

(۲۱) یک بار الکتریکی از دوره به یک توزیع بار الکتریکی ساکن نزدیک می‌شود و از کنار آن می‌گذرد و از آن دور می‌شود. برآیند همه‌ی نیروهای وارد بر بار (الکتریکی و غیرالکتریکی) طوری است که جهت حرکت بار عوض نمی‌شود. بار کل توزیع بار غیرصفر است و میدان الکتریکی حاصل از آن، در نقاط دور غیرصفر است، و با مسیر موازی نیست. نیروی الکتریکی وارد بر بار از طرف توزیع بار را با \vec{F} نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ $(-1, +3)$

(۱) حتماً در نقطه‌ای از مسیر \vec{F} صفر می‌شود

(۲) حتماً در نقطه‌ای از مسیر \vec{F} بر مسیر عمود می‌شود، اما ممکن است \vec{F} هرگز صفر نشود

(۳) حتماً در نقطه‌ای از مسیر \vec{F} با مسیر موازی می‌شود، اما ممکن است \vec{F} هرگز صفر نشود

(۴) هم‌واره نه بر مسیر عمود است و نه با مسیر موازی است

(۲۲) یک کره‌ی رسانا را در نظر بگیرید که به زمین وصل شده است. بار نقطه‌ای Q به فاصله‌ی R از آن است. اندازه‌ی نیروی وارد بر بار را با $F(R)$ نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ $(-1, +2)$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R^2 F(R) = \infty \quad (1)$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R^2 F(R) = 0 \quad (2)$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} R^2 F(R) \neq 0 \text{ و } \lim_{R \rightarrow \infty} R^2 F(R) \neq \infty \quad (3)$$

(۲۳) یک جسم از مبدأ مختصات با سرعت v در راستای محور x (افقی) پرتاب می‌شود. محور y را قائم و روبه بالا می‌گیریم. این جسم در میدان گرانشی زمین حرکت می‌کند و پس از زمان T به نقطه‌ی (x, y) می‌رسد. در آزمایش‌های مختلف T را ثابت می‌گیریم و v را عوض می‌کنیم. با افزایش v ،

(+۵, -۱)

(۱) x ثابت می‌ماند و y کم می‌شود

(۲) x ثابت می‌ماند و y ثابت می‌ماند

(۳) x ثابت می‌ماند و y زیاد می‌شود

(۴) x زیاد می‌شود و y کم می‌شود

(۵) x زیاد می‌شود و y ثابت می‌ماند

(۶) x زیاد می‌شود و y زیاد می‌شود

(۲۴) یک متحرک روی سطح زمین حرکت می‌کند، چنان‌که اندازه‌ی سرعت آن ثابت است و جهت حرکت آن با شمال همواره زاویه‌ی ثابت α به سمت شرق می‌سازد. α بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از 90° است. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)

(۱) پس از مدت محدودی، این متحرک به قطب شمال می‌رسد

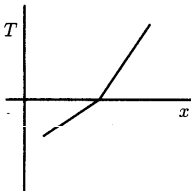
(۲) اگر نقطه‌ی شروع حرکت در نیم‌کره‌ی جنوبی باشد، این متحرک از نیم‌کره‌ی جنوبی خارج نخواهد شد

(۳) این متحرک هرگز به قطب شمال نمی‌رسد

(۴) این متحرک، حتماً استوا را قطع می‌کند.

(۲۵) سطح یک دریاچه یخ زده است. عمق دریاچه را یک‌نواخت می‌گیریم و فرض می‌کنیم انتقال گرما بین دریاچه و محیط فقط از سطح و کف دریاچه انجام می‌شود. رساننده‌گی گرمایی یخ و آب را هم ثابت می‌گیریم. در یک وضعیت نمودار دما (T) بر حسب فاصله از سطح دریاچه (x) طبق شکل است. رساننده‌گی گرمایی یخ را با K_I و رساننده‌گی گرمایی آب را با K_W نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(+۲, -۱)



(۱) $K_I < K_W$

(۲) $K_I = K_W$

(۳) $K_I > K_W$

(۲۶) دو ماده را در ظرفی در بسته با دیواره‌های نارسانای گرما می‌ریزیم. این دو ماده با هم مخلوط می‌شوند. مشاهده می‌شود در اثر مخلوط شدن دمای مجموعه زیاد می‌شود و از T (پیش از مخلوط شدن) به T' (پس از مخلوط شدن) می‌رسد. کدام گزینه درست است؟

(۱، +۳)

(۱) طی این فرآیند انرژی درونی سیستم زیاد شده است

(۲) طی این فرآیند انرژی درونی سیستم کم شده است

(۳) انرژی درونی مخلوط در دمای T ، از انرژی درونی مواد اولیه در دمای T کم‌تر است

(۴) انرژی درونی مخلوط در دمای T' ، از انرژی درونی مواد اولیه در دمای T بیش‌تر است

(۲۷) یک خازن غیرخطی ابزاری است که اختلاف پتانسیل دو سر آن (V) به بار آن (Q) بسته‌گی دارد ($V = f(Q)$) اما نسبت V به Q ثابت نیست. جریان گذرنده از این خازن را با I ، توان وارد شده به آن را با P ، و انرژی ذخیره شده در آن را با U نمایش می‌دهیم. انرژی ذخیره شده در یک خازن با بار Q_0 مساحت ناحیه‌ی بین منحنی‌های $Q = Q_0$ ، $Q = 0$ ، و $V = f(Q_0)$ است. کدام گزینه درست است؟

(۱، +۳)

$$U = \frac{1}{4} Q V \quad (۱)$$

$$P = VI \quad (۲)$$

$$U \propto V^2 \quad (۳)$$

$$U \propto Q^2 \quad (۴)$$

(۲۸) یک گاری روی یک جاده‌ی افقی است و روی آن یک صندوق هست. در زمان صفر گاری و صندوق ساکن اند. گاری را هل می‌دهیم. در نتیجه گاری به حرکت در می‌آید. صندوق هم مدتی روی گاری سر می‌خورد و سرانجام نسبت به گاری ساکن می‌شود. از کار نیروی اصطکاک بین گاری و زمین چشم می‌پوشیم. در زمان T گاری و صندوق دارند با سرعت یکسانی حرکت می‌کنند. کار نیروی خارجی (هل دادن) بین زمان صفر و T را با W ، انرژی جنبشی گاری در لحظه‌ی T را با K_1 ، و انرژی جنبشی صندوق در لحظه‌ی T را با K_2 نمایش می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

(۱، +۴)

$$K_1 + K_2 < W \quad (۱)$$

$$K_1 + K_2 = W \quad (۲)$$

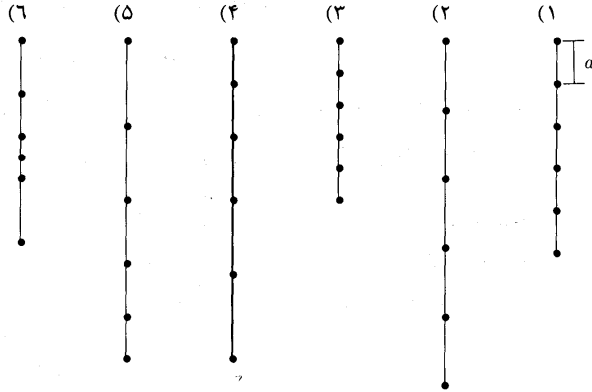
$$K_1 < W < K_1 + K_2 \quad (۳)$$

$$K_1 = W \quad (۴)$$

$$W < K_1 \quad (۵)$$

(۲۹) مهره‌های یکسانی به جرم m در فواصل مساوی a روی یک کش بسیار سبک دوخته شده‌اند. در ابتدا و انتهای کش نیز دو مهره قرار گرفته است. اگر کش را از یکی از مهره‌های انتهایی آویزان کنیم، شکل حالت تعادل آن کدام است؟

(+۵, -۱)



(۳۰) یک جسم از ارتفاع h به طور افقی و با سرعت v پرتاب می‌شود. وقتی ارتفاع این جسم نصف می‌شود، چیزی به آن برخورد می‌کند که باعث می‌شود مؤلفه‌ی عمودی سرعت آن صفر شود ولی مؤلفه‌ی افقی سرعت تغییر نکند. وقتی ارتفاع این جسم دوباره نصف می‌شود (یعنی یک چهارم ارتفاع اولیه می‌شود) دوباره همین پدیده تکرار می‌شود، و این فرآیند ادامه می‌یابد. شتاب گرانش g است. فاصله‌ی افقی محل برخورد جسم با زمین و محل پرتاب چه قدر است؟

(+۳, -۱)

$$\frac{v \sqrt{\frac{h}{g}}}{\sqrt{2}-1} \quad (۴) \quad v \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (۳) \quad 2v \sqrt{\frac{h}{g}} \quad (۲) \quad \frac{v \sqrt{\frac{2h}{g}}}{\sqrt{2}-1} \quad (۱)$$

(۳۱) دو کره‌ی رسانا به شعاع‌های R_1 و R_2 را در نظر بگیرید که بار آن‌ها به ترتیب Q_1 و Q_2 است. بارها هم علامت‌اند و مقدارشان با هم فرق می‌کند. این دو کره را به فاصله‌ی R از هم می‌گذاریم، که R خیلی بزرگ‌تر از R_1 و R_2 است. اندازه‌ی نیروی بین این دو F می‌شود. این دو کره را به هم تماس می‌دهیم و بعد دوباره آن‌ها را به فاصله‌ی R از هم می‌گذاریم. اندازه‌ی نیروی F' می‌شود. کدام گزینه درست است؟

(+۳, -۱)

(۱) حتماً $F' < F$

(۲) حتماً $F' > F$

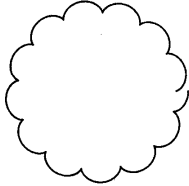
(۳) حتماً $F' = F$

(۴) مواردی هست که $F' = F$ و مواردی هست که $F' \neq F$

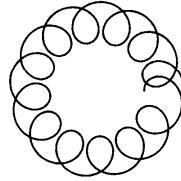
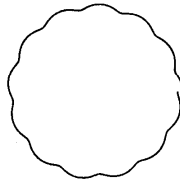
(۳۲) فاصله‌ی زمین از خورشید 1.5×10^{11} m و فاصله‌ی ماه از زمین 3.8×10^8 m است. زمین هر ۳۶۵ روز یک بار روی دایره‌ای به دور خورشید، و ماه هر ۲۷ روز یک بار روی دایره‌ای به دور زمین می‌گردد. فرض کنید این دو دایره هم‌صفحه باشند. مدار ماه به دور خورشید شبیه کدام شکل زیر است؟

(+۲, -۱)

(۳)



(۲)



(۳۳) نقطه‌ی A روی نیم‌خط Ox و نقطه‌ی B روی نیم‌خط Oy است. زاویه‌ی Ox با Oy برابر α است. در لحظه‌ی $t = 0$ فاصله‌ی A از O برابر a و فاصله‌ی B از O برابر b است. در این لحظه نقطه‌ی A با سرعت v_A روی محور x، و نقطه‌ی B با سرعت v_B روی محور y حرکت می‌کند. قرارداد این است که سرعت‌ها مثبت اند اگر حرکت در جهت مثبت محور باشد. v_B چه قدر باشد تا در $t = 0$ مشتق فاصله‌ی A از B صفر باشد؟

(+۳, -۱)

$$v_B = v_A \frac{b \cos \alpha + a}{a \cos \alpha + b} \quad (1)$$

$$v_B = v_A \tan \alpha \quad (2)$$

$$v_B = v_A \cos \alpha \quad (3)$$

$$v_B = v_A \frac{b \cos \alpha - a}{b - a \cos \alpha} \quad (4)$$

(۳۴) سه ذره‌ی باردار با بارهای مثبت q_1 و q_2 و q_3 ، و بردار مکان‌های \vec{r}_1 و \vec{r}_2 و \vec{r}_3 ، در صفحه‌ی xy اند. برای نیروهای کولنی وارد به ذره‌ی ۳ صفر است. \vec{r}_3 کدام است؟

(+۳, -۱)

$$\vec{r}_3 = \frac{q_1 \vec{r}_1 + q_2 \vec{r}_2}{q_1 + q_2} \quad (1)$$

$$\vec{r}_3 = \frac{q_1 \vec{r}_2 + q_2 \vec{r}_1}{q_1 + q_2} \quad (2)$$

$$\vec{r}_3 = \frac{\sqrt{q_1} \vec{r}_1 + \sqrt{q_2} \vec{r}_2}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}} \quad (3)$$

$$\vec{r}_3 = \frac{\sqrt{q_1} \vec{r}_2 + \sqrt{q_2} \vec{r}_1}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}} \quad (4)$$

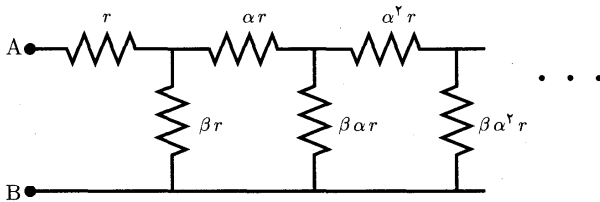
۳۵) برای تولید ۱ kg گندم به یک تُن، یعنی ۱۰۰۰ kg آب نیاز است. بارش سالانه‌ی منطقه‌ای ۱۰۰ mm است، به این معنی که اگر تمام برف و باران سالانه‌ی آن منطقه را در منطقه‌ای به همان مساحت بریزیم ارتفاع آن ۱۰۰ mm می‌شود. در این ناحیه حداکثر محصول کشت دیم گندم چند تن بر هکتار است؟ (هکتار یعنی $۱۰^۴ m^2$).
 (+۳, -۱)

- ۱) ۰/۱ ۲) ۱ ۳) ۱۰ ۴) ۱۰۰

۳۶) یک آهن‌ریای میله‌ای که میدان مغناطیسی آن از میدان مغناطیسی زمین بسیار قوی‌تر است روی یک میز افقی قرار دارد. خطی که قطب‌های N و S آهن‌ریا را به هم وصل می‌کند افقی است. یک عقربه‌ی مغناطیسی هم که می‌تواند آزادانه به دور محور قائم خود بگردد روی این میز و در فاصله‌ی کمی از آهن‌ریا است. عقربه‌ی مغناطیسی را یک بار روی یک دایره‌ی افقی، به آهستگی دور آهن‌ریا می‌گردانیم، و در نتیجه عقربه به اندازه‌ی زاویه‌ی α به دور محور خود می‌گردد. α چه قدر است؟
 (+۴, -۱)

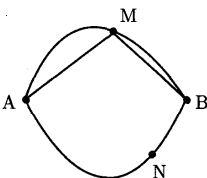
- ۱) ۹۰° ۲) ۱۸۰° ۳) ۳۶۰° ۴) ۷۲۰° ۵) ۱۴۴۰°

۳۷) در شکل، زنجیره‌ی مقاومت‌ها به طور نامحدود ادامه دارد. مقدار مقاومت‌ها روی شکل مشخص است. به ازای $\alpha = ۲$ و $\beta = ۳$ ، مقاومت بین نقطه‌ی A و نقطه‌ی B برابر xr است. x چه قدر است؟
 (+۵, -۱)



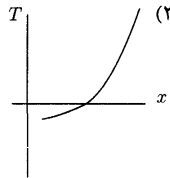
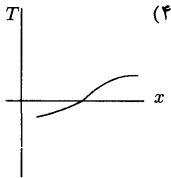
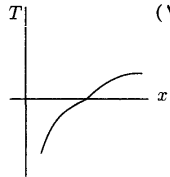
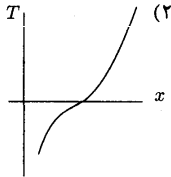
- ۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۵}{۲}$ ۴) ۳ ۵) $\frac{۲}{۳}$ ۶) ۴

۳۸) متحرکی مسیر A تا B را در مدت زمان ۱۰ دقیقه از یکی از راه‌های نشان‌داده شده طی می‌کند. در کدام مسیر اندازه‌ی بردار سرعت متوسط متحرک کم‌تر است؟
 (+۳, -۱)



- ۱) مسیر منحنی AMB
 ۲) مسیر راست AM و MB
 ۳) مسیر منحنی ANB
 ۴) تفاوتی نمی‌کند

۳۹) سطح یک دریاچه یخ زده است. عمق دریاچه را یک‌نواخت می‌گیریم و فرض می‌کنیم انتقال گرما بین دریاچه و محیط فقط از سطح و کف دریاچه انجام می‌شود. رساننده‌گی گرمایی یخ و آب را هم ثابت می‌گیریم. در وضعیتی که کلفتی یخ دریاچه دارد زیاد می‌شود، کدام یک از این گزینه‌ها ممکن است نمودار دما (T) بر حسب فاصله از سطح دریاچه (x) باشد؟
 (+۳، -۱)



۴۰) یک نفر که روی یک پله‌برقی ایستاده است، طی زمان T_1 از پایین پله‌برقی به بالای آن می‌رسد. اگر پله‌برقی خاموش باشد و این شخص با سرعت v از روی پله‌برقی بالا برود، مدت T_2 طول می‌کشد تا این شخص از پایین پله به بالای پله برسد. انرژی بی که این شخص در این حالت برای بالارفتن صرف می‌کند را با E_2 نمایش می‌دهیم. در حالتی که پله‌برقی روشن است و شخص با سرعت v نسبت به پله‌برقی از آن بالا می‌رود، انرژی بی که شخص صرف می‌کند تا از پایین پله‌برقی به بالای آن برسد E_2 است. چه قدر است $\frac{E_2}{E_2}$ ؟
 (+۳، -۱)

(۱) $\frac{T_1}{T_2}$ (۲) $\frac{T_2}{T_1}$ (۳) $\frac{T_1}{T_1 + T_2}$ (۴) $\frac{T_2}{T_1 + T_2}$

۴۱) سیاره‌ی ۱ روی دایره‌ای به شعاع R_1 و سیاره‌ی ۲ روی دایره‌ای به شعاع R_2 حرکت می‌کنند. صفحه‌ی دایره‌ها یک‌سان و مرکز دایره‌ها هم یک‌سان است. سرعت حرکت سیاره‌ها به ترتیب $\omega_1 R_1$ و $\omega_2 R_2$ است، که ω_1 و ω_2 ثابت اند. زاویه‌ی بین خط واصل سیاره ۱ با مرکز و خط واصل سیاره ۲ با مرکز را با θ نمایش می‌دهیم. مدتی که اندازه‌ی این زاویه کمتر از α است تقسیم بر مدت کل حرکت را با x نمایش می‌دهیم. α بین صفر و $\frac{\pi}{2}$ است و ω_1 و ω_2 با هم برابر نیستند. اگر مدت کل حرکت بسیار زیاد باشد، مقدار x چه قدر است؟
 (+۴، -۱)

(۱) $\frac{\omega_2 \alpha}{\omega_1 \pi}$ (۲) $\frac{\omega_1 \alpha}{\omega_2 \pi}$ (۳) $\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1 + \omega_2} \frac{\alpha}{\pi}$ (۴) $\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1 - \omega_2} \frac{\alpha}{\pi}$ (۵) $\frac{\alpha}{\pi}$

کد برگه‌ی سؤال‌ها ۲

۱۴

(۴۲) برد یک توپ که از نقطه‌ای بر روی سطح زمین با سرعت اولیه‌ی v و زاویه‌ی 45° نسبت به افق پرتاب می‌شود R است. مؤلفه‌ی قائم سرعت این توپ، پس از هر بار برخورد به زمین نصف می‌شود. اگر بخواهیم این توپ از همان نقطه‌ی قبلی و با همان سرعت اولیه‌ی v پرتاب شود و پس از n بار برخورد به زمین مسافت افقی R را طی کند، زاویه‌ی پرتاب آن نسبت به افق چه قدر باید باشد؟

(-۱, +۳)

$$\frac{1}{\sqrt[n]{2}} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt[n]{2^n - 1}}{\sqrt[n]{2^n - 1}} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt[n]{2}} \operatorname{Arcsin} \frac{n}{\sqrt[n]{2^n - 1}} \quad (۲)$$

$$\operatorname{Arcsin} \frac{1}{\sqrt[n]{2^n}} \quad (۳)$$

$$\operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt[n]{2^n - 1}}{\sqrt[n]{2^n - 1}} \quad (۴)$$

مسئله‌های کوتاه

پیش از شروع به حل مسئله‌های کوتاه توضیح زیر را به دقت بخوانید.

در این مسئله‌ها باید پاسخ را برحسب واحدهای مورد نظر (مثلاً میلی‌آمپر، متر، کیلوگرم، دقیقه و غیره) که در صورت مسئله خواسته شده، با دو رقم به دست آورید. سپس خانه‌های مربوط به رقم‌های این عدد را در پاسخ‌نامه سیاه کنید. توجه کنید که رقم یکان عدد در ستون یکان، و رقم دهگان در ستون دهگان علامت زده شود.

مثال: فرض کنید ظرفیت خازنی برحسب میکروفاراد خواسته شده باشد و شما عدد $26.7 \mu F$ را به دست آورده باشید. ابتدا آن را به نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد کنید تا عدد ۲۷ میکروفاراد به دست آید. سپس مطابق شکل پاسخ خود را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

هر مسئله ۱۰ نمره دارد. پاسخ نادرست در این بخش نمره‌ی منفی ندارد.

یکان دهگان	
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

(۱) در صفحه‌ی xy یک میدان الکتریکی یکنواخت هست. مختصه‌های نقطه‌های A و B و C و پتانسیل الکتریکی در هر کدام از این نقطه‌ها در زیر داده شده است.

$$A = \begin{cases} x = 3 \text{ m} \\ y = 5 \text{ m} \end{cases} \quad V_A = 8 \text{ kV}, \quad B = \begin{cases} x = 3 \text{ m} \\ y = 7 \text{ m} \end{cases} \quad V_B = 12 \text{ kV}, \quad C = \begin{cases} x = 1 \text{ m} \\ y = 1 \text{ m} \end{cases} \quad V_C = 4 \text{ kV}$$

پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ی $\begin{cases} x = -1 \text{ m} \\ y = 1 \text{ m} \end{cases}$ چند کیلوولت است؟

(۲) یک جسم در هوا سقوط می‌کند. به خاطر مقاومت هوا، پس از مدتی سرعت این جسم ثابت می‌شود. به این سرعت ثابت سرعت حد می‌گویند. فرض کنید انرژی تلف شده در اثر مقاومت هوا فقط صرف گرم‌شدن جسم می‌شود. در نتیجه جسم گرم‌تر از هوای اطراف می‌شود. جسمی که از هوای اطراف گرم‌تر باشد، انرژی از دست می‌دهد. توانی که این جسم از دست می‌دهد $k(T - T_0)$ است، که T دمای جسم، T_0 دمای هوا، و k یک ثابت است. در یک آزمایش جرم جسم 0.100 kg ، سرعت حد آن $12/0 \text{ m/s}$ ، و مقدار k برابر 0.210 W/K است. شتاب گرانش هم 9.80 m/s^2 است. در حالتی که T و T_0 ثابت اند و جسم به سرعت حد رسیده $(T - T_0)$ چند کلون است؟

(۳) دو مایع A و B را با هم مخلوط می‌کنیم. دیده می‌شود دو محلول ۱ و ۲ ساخته می‌شود که در محلول ۱ نسبت جرم مایع A به جرم کل محلول ۱ برابر x_1 است، و در محلول ۲ نسبت جرم مایع A به جرم کل محلول ۲ برابر x_2 است. در یک آزمایش جرم مایع A برابر m_A و جرم مایع B برابر m_B است و داریم

$$\frac{m_B}{m_A} = 1.25, \quad x_1 = 0.40, \quad x_2 = 0.80$$

جرم بخشی از مایع A که در محلول ۱ است چند درصد m_A است؟

(۴) دایره‌ی یک به شعاع r و دایره‌ی دو به شعاع R در یک صفحه اند و مرکزشان هم یک‌سان است. این دایره‌ها پادساعت‌گرد حرکت می‌کنند، چنان که سرعت زاویه‌ای دایره‌ی یک ω ، و سرعت زاویه‌ای دایره‌ی دو Ω است. جسم A به دایره‌ی یک و جسم B به دایره‌ی دو چسبیده است؛ چنان که در زمان صفر A و B و مرکز دایره‌ها روی یک خط اند و مرکز بیرون پاره‌خط AB است. در زمان t جسم A از دایره‌ی یک جدا می‌شود و از آن پس نیرویی به آن وارد نمی‌شود. t چنان تنظیم شده که جسم A به جسم B برخورد کند. به ازای

$$r = 10 \text{ cm}, \quad R = 20 \text{ cm}, \quad \omega = 0.2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \quad \Omega = 0.1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

کوچک‌ترین مقدار مثبت t چند ثانیه است؟

(۵) یک خازن غیرخطی عنصری است که بار ذخیره‌شده در آن تابع ولتاژ است، اما نسبت بار به ولتاژ ثابت نیست. یک خازن غیرخطی داریم که در آن رابطه‌ی بار (Q) با ولتاژ (V) به شکل $Q = \alpha V^2$ است. ولتاژ این خازن $V = \beta t$ است، که t زمان است. به ازای

$$\alpha = 25 \frac{\mu\text{F}}{\text{V}^2}, \quad \beta = 1 \frac{\text{V}}{\text{s}}$$

در $t = 1 \text{ s}$ توان واردشونده به خازن چند میکرووات است؟

(۶) در یک ظرف خالی (که در آن هوا هم نیست) مقداری آب به جرم m می‌ریزیم و در ظرف را می‌بندیم. حجم ظرف ثابت است، دیواره‌های ظرف نارسانای گرما بند، و دمای اولیه‌ی آب T_0 است. بخشی از آب بخار می‌شود تا فشار درون ظرف به P برسد. در این حالت دمای آب و بخار T است. گرمای ویژه‌ی آب c ، گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر آب L_V ، و جرم مولی آب M است. حجم ظرف V است، از حجم آب در برابر حجم ظرف چشم می‌پوشیم، و بخار آب را گاز کامل می‌گیریم. ثابت جهانی گازها R است. به ازای

$$m = 1000 \times 10^{-3} \text{ kg}, \quad P = 3.30 \times 10^2 \text{ Pa}, \quad T = 300 \times 10^2 \text{ K},$$

$$c = 4.2 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}, \quad L_V = 2.4 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, \quad M = 18 \times 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}},$$

$$V = 1000 \times 10^{-3} \text{ m}^3, \quad R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

مقدار $(T_0 - T)$ چند کلوین است؟

(۷) یک میله را در نظر بگیرید، که طول آن (ℓ) به دما (T) و فشار وارد بر دوسر آن (P) بسته‌گی دارد:

$$\ell = \ell_0 \left[1 + \lambda(T - T_0) - \frac{P - P_0}{Y} \right]$$

این میله بین دو دیوار عمودی است که فاصله‌ی نشان از هم ℓ است. میله بر دیوارها عمود است و ضریب اصطکاک ایستایی بین هر یک از دوسر آن با دیوار μ است. دیده می‌شود در دمای T_1 میله در آستانه‌ی لغزش قرار می‌گیرد. شتاب گرانش g ، و چگالی میله در دمای T_0 و فشار P_0 برابر $111 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است. به ازای

$$T_1 - T_0 = 10 \text{ K}, \quad P_0 = 10^5 \text{ Pa}, \quad \ell_0 = 270 \times 10^{-1} \text{ m},$$

$$\lambda = 10^{-1} \text{ K}^{-1}, \quad Y = 10^9 \text{ Pa}, \quad g = 9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

مقدار (100μ) چه قدر است؟

(۴۲) برد یک توپ که از نقطه‌ای بر روی سطح زمین با سرعت اولیه‌ی v و زاویه‌ی ۴۵° نسبت به افق پرتاب می‌شود R است. مؤلفه‌ی قائم سرعت این توپ، پس از هر بار برخورد به زمین نصف می‌شود. اگر بخواهیم این توپ از همان نقطه‌ی قبلی و با همان سرعت اولیه‌ی v پرتاب شود و پس از n بار برخورد به زمین مسافت افقی R را طی کند، زاویه‌ی پرتاب آن نسبت به افق چه قدر باید باشد؟

(+۳, -۱)

$$\frac{1}{\sqrt[3]{2}} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt[3]{2^n - 1}}{\sqrt[3]{2^n - 1}} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt[3]{2}} \operatorname{Arcsin} \frac{n}{\sqrt[3]{2^n - 1}} \quad (۲)$$

$$\operatorname{Arcsin} \frac{1}{\sqrt[3]{2^n}} \quad (۳)$$

$$\operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt[3]{2^n - 1}}{\sqrt[3]{2(2^n - 1)}} \quad (۴)$$