

کد کنترل

685A



صبح جمعه  
۱۴۰۴/۱۱/۱۰  
دفترچه شماره ۲ از ۲



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان بنیاد آموزش کشور

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»  
مقام معظم رهبری

**آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵**  
**هوشناسی (کد ۲۲۱۹)**

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضی عمومی (۱ و ۲) - فیزیک عمومی (۱ و ۲)	۱۵	۱	۱۵
۲	دینامیک جو و مدل‌سازی عددی جو و اقیانوس - فیزیک جو - هوشناسی سینوپتیکی	۳۰	۱۶	۴۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضی عمومی (۱ و ۲) - فیزیک عمومی (۱ و ۲):

۱- فرض کنید به ازای عدد مختلط  $z$  نامساوی  $\left| \frac{6z-i}{2+3iz} \right| < 1$  برقرار باشد. مقدار  $|z|$  در کدام فاصله قرار دارد؟

(۱)  $\left(\frac{2}{3}, 1\right]$

(۲)  $\left(\frac{1}{2}, \frac{2}{3}\right]$

(۳)  $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right)$

(۴)  $\left[0, \frac{1}{3}\right)$

۲- مقدار  $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^x - \sqrt{2}}{x - \frac{1}{2}}$  ، کدام است؟

(۱)  $\sqrt{2}(-1 + \ln 2)$

(۲)  $\sqrt{2} \ln 2$

(۳)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(1 + \ln 2)$

(۴)  $\sqrt{2}(1 + \ln 2)$

۳- مقدار  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{(n \sin \frac{1}{n}) - 1}{e^{-\frac{1}{n}} - 1}$  ، کدام است؟

(۱)  $-e$

(۲) صفر

(۳)  $\frac{3}{e}$

(۴)  $e$

۴- برای  $\int_0^1 \frac{dx}{x - \sin x}$  ، کدام مورد درست است؟

(۱) انتگرال همگرا به  $\sqrt{\frac{\pi}{2}}$  است.

(۲) انتگرال همگرا به  $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$  است.

(۳) انتگرال همگرا به  $\frac{\pi}{2}$  است.

(۴) انتگرال واگرا است.

۵- فرض کنید  $(a_n)_{n=1}^{\infty}$  دنباله‌ای از اعداد حقیقی ناصفر باشد، به طوری که  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n^2$  ، یک سری همگرا است. برای

سری  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n - 1}{a_n^2}$  ، کدام مورد درست است؟

(۱) واگرا است.

(۲) فقط به شرط  $|a_n| < 1$  ، همگرا است.

(۳) همگرای مشروط است.

(۴) همگرای مطلق است.

۶- برای نقطه  $(0, 0)$  در تابع با ضابطه  $f(x, y) = 2(x^4 + y^4 + 1) - x^2 - y^2 - 2xy$  ، کدام مورد درست است؟

(۱) مینیمم نسبی است.

(۲) ماکزیمم نسبی است.

(۳) زینی است.

(۴) نقطه بحرانی نیست.

۷- مقدار  $\int_0^1 \int_{1-y}^{4-y} ye^{\sqrt{x+y}} dx dy$  ، کدام است؟

(۱)  $e$

(۲)  $e^2$

(۳)  $e^3$

(۴)  $e^4$

۸- اگر  $S$  قسمتی از سهمی وار  $z = 1 - x^2 - y^2$  که بالای صفحه  $xy$  قرار دارد باشد، آنگاه مقدار

$\iint_S \frac{z}{\sqrt{1+4x^2+4y^2}} dS$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{4}$

(۲)  $\frac{\pi}{3}$

(۳)  $\frac{\pi}{2}$

(۴)  $\pi$

۹- فرض کنید  $\Omega$ ، جسمی در فضا باشد که از پایین به صفحه  $xy$ ، از بالا به رویه  $z = e^{-(x^2+y^2)^2}$  و از اطراف به استوانه  $x^2 + y^2 = 1$  محدود است. اگر چگالی این جسم در هر نقطه به صورت  $\delta(x, y, z) = x^2 + y^2$  باشد، آنگاه جرم آن کدام است؟

$$(۱) \quad 2\pi \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۲) \quad \pi \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۳) \quad \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۴) \quad \frac{\pi}{4} \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

۱۰- فرض کنید  $\vec{F}(x, y, z) = (x^2 - y, 4z, x^2)$  و  $C$  منحنی حاصل از برخورد مخروط  $z = \sqrt{x^2 + y^2}$  با صفحه  $z = 2$  و در جهت مثبت است. مقدار  $\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{r}$  کدام است؟

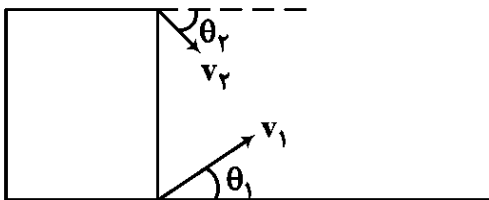
$$(۱) \quad 4\pi$$

$$(۲) \quad \frac{\pi}{4}$$

$$(۳) \quad -\frac{\pi}{4}$$

$$(۴) \quad -4\pi$$

۱۱- دو گلوله را همزمان، یکی از پایین یک ساختمان و دیگری را از بالای ساختمان مطابق شکل پرتاب می‌کنیم. اگر



دو گلوله با هم برخورد کنند، نسبت  $\frac{v_1}{v_2}$  کدام است؟

$$(۱) \quad \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1}$$

$$(۲) \quad \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

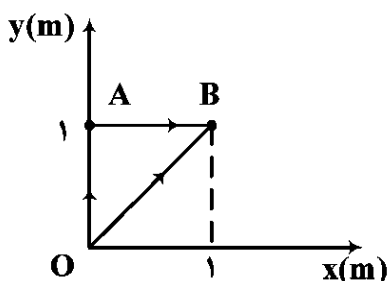
$$(۳) \quad \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2}$$

$$(۴) \quad \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

- ۱۲- ذره‌ای بر روی خط مستقیم حرکت می‌کند. رابطه مکان و زمان این متحرک به شکل  $x^3 = t^3 + 1$  است. که در آن  $t$  بر حسب ثانیه و  $x$  بر حسب متر است. کدام مورد بیانگر شتاب ذره بر حسب متر بر مجذور ثانیه است؟

(۱)  $\frac{t}{6x}$   
 (۲)  $\frac{4t}{x^3}$   
 (۳)  $\frac{2t}{3x^2}$   
 (۴)  $\frac{2t}{x^5}$

- ۱۳- ذره‌ای تحت تأثیر نیرویی است که طبق رابطه  $\vec{F} = 4\hat{i} + 2x\hat{j}$  به مکان بستگی دارد. نیرو بر حسب نیوتن و فاصله بر حسب متر است. کار این نیرو در حرکت از نقطه  $(0, 0)$  به نقطه  $(1, 1)$  در مسیر مستقیم  $OB$  چند برابر کار آن در مسیر  $OAB$  در شکل زیر است؟



(۱)  $\frac{3}{4}$   
 (۲)  $\frac{5}{4}$   
 (۳)  $\frac{1}{2}$   
 (۴) ۱

- ۱۴- یک قایق اسباب‌بازی به جرم  $0.8 \text{ kg}$  بر سطح آب استخری شناور است. نیروی مقاوم وارد بر آن از طرف آب  $\vec{F} = -k\vec{v}$  است که در آن  $k = 5.0 \frac{\text{Ns}}{\text{m}}$  است. اگر سرعت اولیه این قایق  $1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، تا ایست کامل چند متر طی می‌کند؟

(۱)  $0.8$   
 (۲)  $1.6$   
 (۳)  $2.0$   
 (۴)  $2.4$

- ۱۵- لختی دورانی یک پوسته کروی ضخیم به شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $2a$  و جرم  $M$  حول هر یک از قطره‌های آن کدام است؟

(۱)  $\frac{7}{5} Ma^2$   
 (۲)  $\frac{24}{15} Ma^2$   
 (۳)  $\frac{48}{25} Ma^2$   
 (۴)  $\frac{62}{35} Ma^2$

دینامیک جو و مدل سازی عددی جو و اقیانوس - فیزیک جو - هواشناسی سینوپتیکی:

- ۱۶- فرض کنید یک هوای بسته در عرض جغرافیایی  $30^\circ$  درجه شمالی به طور بی دررو به سوی شمال حرکت می کند و در این حرکت تاوایی مطلق پایستار می ماند. اگر مقدار تاوایی اولیه  $2\Omega$  باشد، مقدار تاوایی نسبی در عرض جغرافیایی  $90^\circ$  درجه شمالی چقدر است؟

$$(1) -\Omega \quad (2) \Omega$$

$$(3) 2\Omega \quad (4) 3\Omega$$

- ۱۷- چه میزان از انرژی پتانسیل موجود در جو زمین به انرژی جنبشی تبدیل می شود؟

$$(1) \frac{1}{10} \quad (2) \frac{1}{20}$$

$$(3) \frac{1}{100} \quad (4) \frac{1}{200}$$

- ۱۸- جهت باد واقعی نسبت به باد زمین گرد  $30^\circ$  درجه به سمت راست انحراف دارد، اگر سرعت باد زمین گرد  $20$  متر بر ثانیه و به سمت شمال باشد، آهنگ تغییر سرعت باد  $(dV/dt)$  چقدر خواهد بود؟ (فرض کنید مقدار  $f$  برابر با  $10^{-4}$  بر ثانیه است.)

$$(1) -2 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2} \quad (2) -10^{-3} \frac{m}{s^2}$$

$$(3) 10^{-3} \frac{m}{s^2} \quad (4) 2 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$$

- ۱۹- کدام مورد نسبت فرارفت تاوایی سیاره ای به فرارفت تاوایی نسبی در حرکت امواج راسبی را نشان می دهد؟ ( $L_x$  طول موج مداری موج،  $U$  میانگین سرعت مداری و  $\beta$  تغییر نصف النهاری پارامتری کوریولیس است.)

$$(1) \frac{\beta L_x^2}{4\pi U^2} \quad (2) \frac{4\pi U^2}{\beta L_x^2}$$

$$(3) \frac{4\pi^2 U}{\beta L_x^2} \quad (4) \frac{\beta L_x^2}{4\pi^2 U}$$

- ۲۰- کدام یک از معادلات زیر شتاب حرکت در دستگاه مختصات دکارتی را نشان می دهد؟ ( $p$  فشار،  $M$  تابع جریان مونت گمری و  $\phi$  ژئوپتانسیل و  $f_0$  پارامتر کوریولیس)

$$(1) \frac{D\vec{V}}{Dt} = -\nabla M - f_0 \hat{k} \times \vec{V}_g \quad (2) \frac{D\vec{V}}{Dt} = -\nabla \phi - f_0 \hat{k} \times \vec{V}_g$$

$$(3) \frac{D\vec{V}}{Dt} = -\nabla p - f_0 \hat{k} \times \vec{V}_g \quad (4) \frac{D\vec{V}}{Dt} = -\frac{RT}{p_0} \nabla p_0 - \nabla \phi - f_0 \hat{k} \times \vec{V}_g$$

۲۱- کدام یک از موارد زیر، در خصوص تاوایی نسبی زمین گرد و واگرایی یک جریان زمین گرد درست است؟  
( $\phi$  ژئوپتانسیل،  $f_0$  پارامتر کوریولیس و  $\rho$  چگالی هوا است.)

(۱) تاوایی نسبی زمین گرد صفر و واگرایی  $\phi$   $\nabla^2 \phi = \frac{1}{f_0}$  می باشد.

(۲) تاوایی نسبی زمین گرد  $\phi$   $\nabla^2 \phi = \frac{1}{f_0}$  و واگرایی صفر می باشد.

(۳) تاوایی نسبی زمین گرد  $\phi$   $\nabla^2 \phi = \frac{1}{f_0}$  و واگرایی  $\phi$   $\nabla^2 \phi = \frac{1}{\rho f_0}$  می باشد.

(۴) تاوایی نسبی زمین گرد  $\phi$   $\nabla^2 \phi = \frac{1}{\rho f_0}$  و واگرایی صفر می باشد.

۲۲- در مدل های طیفی، «تبدیل سریع فوری»، چه کاربردی دارد؟

(۱) فقط محاسبه انرژی جنبشی حرکت.

(۲) کاهش ابعاد معادلات از سه بعدی به دوبعدی.

(۳) تبدیل معادلات در فضا به حوزه موجی جهت حل عددی.

(۴) تعیین معیار ناپایداری سامانه دینامیکی.

۲۳- در مدل های عددی، شرط CFL بیانگر کدام مورد است؟

(۱) سرعت باد باید زمین گرد باشد.

(۲) طول موج باید در کل دامنه ثابت باقی بماند.

(۳) زمان محاسبه نباید از تعداد گام های شبکه بیشتر شود.

(۴) گام زمانی باید با سرعت انتشار موج و تفکیک مکانی شبکه محاسباتی سازگار باشد.

۲۴- فرض کنید که معادله موج یک بعدی به صورت  $\frac{\partial F}{\partial t} + c \frac{\partial F}{\partial x} = 0$  داده شده است. کدام یک از موارد زیر رابطه تفاضل

متناهی به روش اویلر را نشان می دهد؟ (c سرعت فاز موج است.)

$$F_{i,n+1} = F_{i,n} - \frac{c\delta t}{2\delta x} [F_{i+1,n} - F_{i-1,n}] \quad (1)$$

$$F_{i,n+1} = F_{i,n-1} - \frac{c\delta t}{\delta x} [F_{i+1,n} - F_{i-1,n}] \quad (2)$$

$$F_{i,n+1} = F_{i,n} - \frac{c\delta t}{2\delta x} [F_{i+1,n+1} - F_{i-1,n+1}] \quad (3)$$

$$F_{i,n+1} = F_{i,n} - \frac{1}{2} \frac{c\delta t}{2\delta x} [(F_{i+1,n+1} - F_{i-1,n+1}) + (F_{i+1,n} - F_{i-1,n+1})] \quad (4)$$

۲۵- معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی مرتبه دوم دو متغیره به صورت زیر داده شده است:

$$A \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + B \frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + D \frac{\partial h}{\partial x} + E \frac{\partial h}{\partial y} + Fh = G$$

که در آن  $h$  نامشخص و ضرایب معادله ثابت می باشند. در کدام ناحیه، معادله داده شده به معادله سهموی تبدیل می شود؟

(۱) در ناحیه ای که  $B^2 + 4AC = 0$  برقرار باشد. (۲) در ناحیه ای که  $B^2 - 4AC < 0$  برقرار باشد.

(۳) در ناحیه ای که  $B^2 - 4AC = 0$  برقرار باشد. (۴) در ناحیه ای که  $B^2 + 4AC < 0$  برقرار باشد.

۲۶- کدام مورد درست است؟

(۱) در تغییر فاز آب - بخ، شیب منحنی تغییر فاز آب - یخ مثبت است.

(۲) معادله کلاؤسیوس - کلاپیرون برای هر سه تغییر فاز به کار می‌رود.

(۳) اگر دمای یک نمونه هوا در فشار ثابت کاهش یابد تا نهمین رخ دهد دمای آن را نقطه شبنم گویند.

(۴) در نقطه شبنم، نسبت آمیختگی جرمی بخار آب اشباع با نسبت آمیختگی جرمی بخار آب برابر است.

۲۷- سرعت سقوط قطرات آب (v) با توجه به اینکه در قانون استوکس بیان شده است که نیروی اصطکاک روی یک

کره به شعاع  $r$  می‌باشد، کدام است؟  $\rho_w$  و  $\rho_a$  به ترتیب چگالی‌های هوا و آب،  $g$  شتاب گرانی و  $\eta$

وشکسانی دینامیکی است.

$$(1) \frac{(\rho_a - \rho_w)gr^2}{3\eta}$$

$$(2) \frac{2(\rho_a - \rho_w)gr^2}{9\eta}$$

$$(3) \frac{3(\rho_a - \rho_w)gr^2}{4\eta}$$

$$(4) \frac{4(\rho_a - \rho_w)gr^2}{3\eta}$$

۲۸- دو بسته هوا با فشار یکسان به ترتیب با جرم‌های  $m$  و  $2m$ ، نسبت‌های آمیختگی بخار آب  $r$  و  $2r$  و دماهای  $2T$

و  $T$  آمیخته می‌شوند، پس از آمیختگی آنها، دما و نسبت آمیختگی به ترتیب چقدر است؟

$$(1) \frac{4}{3}T \text{ و } \frac{7}{3}r$$

$$(2) \frac{3}{4}T \text{ و } \frac{3}{7}r$$

$$(3) \frac{2}{3}T \text{ و } \frac{5}{3}r$$

$$(4) \frac{3}{2}T \text{ و } \frac{2}{5}r$$

۲۹- عمق نوری جو تابعی از کدام پارامترهای زیر است؟

(۱) فشار، دما و طول مسیر

(۲) ارتفاع، دما و چگالی

(۳) ضریب جذب، چگالی و فشار

(۴) چگالی، ضریب جذب و طول مسیر

۳۰- کدام یک از موارد زیر در خصوص ناحیه D یون کره درست است؟

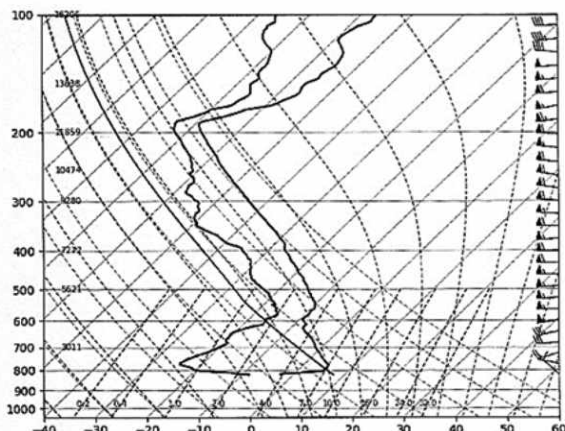
(۱) ناحیه D بین ۹۰ تا ۱۴۰ کیلومتری قرار دارد و امواج رادیویی کم‌بسامد را باز می‌تاباند.

(۲) ناحیه D تقریباً زیر ۹۰ کیلومتر است و امواج رادیویی کم‌بسامد را جذب می‌کند.

(۳) ناحیه D تقریباً زیر ۹۰ کیلومتر است و امواج رادیویی کم‌بسامد را باز می‌تاباند.

(۴) ناحیه D بین ۹۰ تا ۱۴۰ کیلومتری قرار دارد و امواج رادیویی کم‌بسامد را جذب می‌کند.

۳۱- شکل زیر، نمودار ترمودینامیکی Skew-T مربوط به یکی از ایستگاه‌های کاوش جو است. کدام یک از مقادیر زیر به ترتیب سطح فشاری و رداپست و نسبت اختلاط سطح زمین را نشان می‌دهد؟



- (۱) بیشتر از ۲۰۰ هکتوپاسکال - بیشتر از ۷ گرم بر کیلوگرم
- (۲) کمتر از ۲۰۰ هکتوپاسکال - کمتر از ۳ گرم بر کیلوگرم
- (۳) بیشتر از ۶۰۰ هکتوپاسکال - کمتر از ۷ گرم بر کیلوگرم
- (۴) کمتر از ۶۰۰ هکتوپاسکال - کمتر از ۳ گرم بر کیلوگرم

۳۲- کدام یک از موارد زیر به درستی تفاوت بین دمای پتانسیلی و دمای پتانسیلی هم‌ارز را بیان می‌کند؟

- (۱) دمای پتانسیلی هم‌ارز همواره کمتر از دمای پتانسیلی خشک است.
  - (۲) در هر دو پارامتر فرض بر این است که هوا به سطح دریا به صورت اشباع فشرده شده است.
  - (۳) دمای پتانسیلی هم‌ارز شامل تأثیر گرمای نهان ناشی از تراکم بخار آب در فرایند بی‌درو اشباع است.
  - (۴) دمای پتانسیلی تنها در لایه مرزی جو معنا دارد در حالی که دمای پتانسیلی هم‌ارز در تمام جو کاربرد دارد.
- ۳۳- فرض کنید در پراکندگی رایلی طول موج تابش در گستره ۰/۴ میکرون (آبی) تا ۰/۸ میکرون (قرمز) تغییر می‌کند، ضریب پراکندگی رایلی برای طول موج آبی چند برابر بیشتر از طول موج قرمز است؟

- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۸
- (۴) ۱۶

۳۴- کدام یک از موارد زیر درست نیست؟

- (۱) هاله‌ها هنگامی پدید می‌آیند که نور از ابرهای استراتوس عبور می‌کند.
- (۲) هاله ۴۶ درجه در اثر شکست نور در منشورهای مستطیلی بلورهای یخ تشکیل می‌شود.
- (۳) پراکندگی می هنگامی رخ می‌دهد که نسبت قطر ذره پراکننده به طول موج بزرگتر یا مساوی یک باشد.
- (۴) پراکندگی رایلی هنگامی رخ می‌دهد که نسبت قطر ذره پراکننده به طول موج کوچکتر از یک دهم باشد.

۳۵- میزان تابش شبانه کدام یک از مناطق داده شده بیشتر است؟

- (۱) جنگلی
- (۲) بیابانی
- (۳) دریایی
- (۴) ساحلی

۳۶- کدام یک از شرایط زیر برای تشکیل چرخند در عرض‌های میانی ضروری است؟

- (۱) وجود واگرایی در سطح
- (۲) همگرایی در سطح بالا
- (۳) گرادیان فشاری سطحی ضعیف
- (۴) گرادیان افقی دمای قوی در سطح

۳۷- فرض کنید گزارش سینوپ ایستگاه هواشناسی با شماره ایستگاه ۴۰۷۴۵ به صورت زیر داده شده است. کدام یک از موارد در مورد میدان باد و دمای هوا درست است؟

۴۰۷۴۵ ۳۲۹۶۰۰۰۰۰۰۰۱۱۰۱۲۲۱۰۰۲۳۸۸۵۴۴۰۰۰۰۵۵۴۰۰۰۰۳۳۳

(۱) باد آرام و دمای هوا ۱/۲- درجه سلسیوس

(۲) باد آرام و دمای هوا ۱۲+ درجه سلسیوس

(۳) سمت باد ۲۱۰ درجه و سرعت آن ۲ متر بر ثانیه، دمای هوا ۱۲- درجه سلسیوس

(۴) سمت باد ۲۱۰ درجه و سرعت آن ۲ متر بر ثانیه، دمای هوا ۱/۲+ درجه سلسیوس

۳۸- فرض کنید شیب خط جبهه براساس رابطه مارگولس  $\tan \beta = \frac{f \delta v}{g \delta T} T_m$  محاسبه شود. در شرایط یکسان

فیزیکی، کدام یک از موارد زیر نسبت تانژانت زاویه شیب سطح جبهه در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی به

عرض جغرافیایی ۶۰ درجه شمالی را مشخص می کند؟ (f پارامتر کوریولیس،  $T_m$  دمای میانگین،  $\delta v$  و  $\delta T$

به ترتیب اختلاف دما و سرعت و g شتاب گرانش است.)

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۱)$$

$$\sqrt{2} \quad (۲)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \quad (۳)$$

$$\sqrt{3} \quad (۴)$$

۳۹- فرض کنید معادله جبهه‌زایی حول زمین فشار، از رابطه پیترسن به صورت زیر محاسبه می شود. کدام عبارت نادرست است؟

$$F = \frac{1}{2} |\nabla \theta| \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \right) \cos(2\beta) - \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \right]$$

(۱) درحالتی که  $\beta < 45$  آنگاه جبهه‌زایی تقویت می شود.

(۲) درحالتی که  $\beta > 45$  آنگاه جبهه‌زایی به شرطی رخ می دهد که  $-\frac{\partial u}{\partial x} > 0$  برقرار باشد.

(۳) درحالتی که  $\beta = 0$  آنگاه جبهه‌زایی به شرطی رخ می دهد که  $-\frac{\partial v}{\partial y} > 0$  برقرار باشد.

(۴) درحالتی که  $\beta > 45$  آنگاه جبهه‌زایی به شرطی رخ می دهد که  $-\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) > 0$  برقرار باشد.

۴۰- فرض کنید بردار  $\vec{Q}$  با معادله  $\vec{Q} = -\frac{R}{P} \left| \frac{\partial T'}{\partial y} \right| (\hat{k} \times \frac{\partial \vec{v}_g}{\partial x})$  داده شده است. کدام گزینه درست است؟

(۱) در بخش شرقی و اچرخند سطوح میانی، بردار  $\vec{Q}$  همگرا می شود.

(۲) در بخش شرقی چرخند سطوح میانی، همگرایی بردار  $\vec{Q}$  وجود دارد.

(۳) در مرکز چرخند سطوح میانی، جهت بردار  $\vec{Q}$  به سوی شرق است.

(۴) در مرکز چرخند سطوح میانی، جهت بردار  $\vec{Q}$  به سوی غرب است.

۴۱- عدد رینولدز برای حرکت یک جبهه سرد با طول عمر یک روز و مقیاس تأثیر افقی ۵۰ کیلومتر وشکسانی

جنبش شناختی  $\frac{m^2}{s}$   $1/46 \times 10^{-5}$ ، تقریباً چقدر است؟

(۱)  $0.8 \times 10^9$

(۲)  $2 \times 10^9$

(۳)  $8 \times 10^9$

(۴)  $5 \times 10^9$

۴۲- جبهه همرسی (occlusion) چه زمانی رخ می دهد؟

(۱) جبهه سرد از بین برود.

(۲) جبهه گرم عقب نشینی کند.

(۳) جبهه گرم به جبهه سرد برسد و آن را به بالا بلند کند.

(۴) جبهه سرد به جبهه گرم برسد و آن را به بالا بلند کند.

۴۳- در یک نقشه همدیدی، کدام تغییر در توزیع فشار و دما معمولاً نشان دهنده جبهه سرد فعال است؟

(۱) افزایش فشار و دمای یکنواخت در تمام منطقه

(۲) کاهش تدریجی دما در منطقه وسیع بدون تغییر فشار

(۳) افزایش گرادیان دمای افقی و افت فشار در امتداد جبهه سرد

(۴) افزایش گرادیان دمای افقی و افزایش فشار در امتداد جبهه سرد

۴۴- در یک موج بلند همدیدی، محور ناوه معمولاً با کدام ویژگی ترمودینامیکی همراستا است؟

(۱) بیشینه گرادیان دمایی

(۲) بیشینه رطوبت نسبی

(۳) بیشینه دمای سطح

(۴) کمینه ارتفاع ژئوپتانسیلی

۴۵- دوره نوسان حرکت لختی در قطب جنوب بر حسب ثانیه کدام است؟ ( $\Omega = 7.29 \times 10^{-5} S^{-1}$ )

(۱)  $0.32 \times 10^5$

(۲)  $0.43 \times 10^5$

(۳)  $0.58 \times 10^5$

(۴)  $0.64 \times 10^5$

