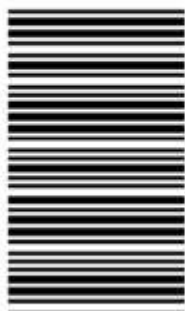


کد کنترل

727

A



727A

صبح جمعه

۹۷/۱۲/۳

دفترچه شماره (۱)



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

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۸

رشته مهندسی نفت - اکتشاف - کد (۲۳۵۱)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: زمین‌شناسی نفت - خواص سنگ و سیال - لرزه‌شناسی - پتروفیزیک پیشرفته - ژئوشیمی آلی - نفت پیشرفته	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

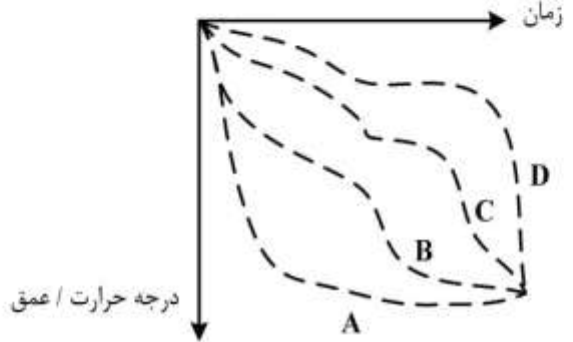
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۸

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

- ۱- در آنالیز با پیرولیز، کدام یک از پیک‌های زیر نشان دهنده اندیس هیدروژن است؟
 (۱) S_1 (۲) S_2 (۳) S_3 (۴) S_4
- ۲- با توجه به نمودار زمان - درجه حرارت (TTI)، کدام سنگ منشأ بلوغ بیشتری را نشان می‌دهد؟
- 
- (۱) A
 (۲) B
 (۳) C
 (۴) D
- ۳- اولین چاه اکتشافی نفت در کدام یک از نواحی ایران به نتیجه رسید؟
 (۱) ناحیه خوریان سمنان
 (۲) ناحیه نفتون در مسجد سلیمان
 (۳) ناحیه بابلسر در مازندران
 (۴) ناحیه چیا سرخ (چاه سرخ) در شمال غرب قصر شیرین
- ۴- میزان نیتروژن در کدام نوع از مخازن هیدروکربنی زیر بیشتر است؟
 (۱) مخازن عمیق (۲) مخازن با عمق کم
 (۳) مخازن کربناته با عمق کم (۴) مخازن ماسه‌سنگی
- ۵- میزان کدام نوع از کانی‌های رسی در مرحله زایش نفت در سنگ منشأ شیلی نسبت به سایر کانی‌های رسی افزایش می‌یابد؟
 (۱) مونتموریونیت (۲) اسمکتیت (۳) ایلیت (۴) کلریت
- ۶- سنگ منشأهای شناخته شده و مولد نفت ایران در حوضه زاگرس غالباً در کدام دوره تشکیل شده‌اند؟
 (۱) ژواراسیک و اتوسن (۲) کامبرین و سیلورین
 (۳) کرتاسه و الیگوسن (۴) سیلورین زیرین و کرتاسه میانی
- ۷- کدام یک از سنگ مخزن‌های زیر می‌تواند بیشترین درصد تراوانی را داشته باشد؟
 (۱) ریفی (۲) گرین استون بایوکلستی
 (۳) پکستون (۴) چالک

- ۸- برای یک مخزن، فاکتور سازند به صورت معادله $\frac{R_o}{R_w} = F = 0.4\phi^{-2}$ تعیین گردیده است. با دانستن معادله اشباع آرچی به شکل $S_w^{-n} = R_t/R_o = I_R$ ، درجه اشباع آب موجود در سازند با داده‌های زیر کدام است؟ دو زوج از مقادیر (S_w, I_R) به مقادیر $(0.4, 9)$ ، $(0.3, 16)$ موجودند.

$$\phi = 0.2, R_t = 4\Omega.m, R_w = 0.1\Omega.m$$

(۱) ۰/۴۵

(۲) ۰/۵

(۳) ۰/۶۲

(۴) ۰/۷۵

- ۹- برای یک سنگ مخزن، دلیل اینکه مقدار تراوایی نسبی سنگ نسبت به آب در اشباع پسماند نفت کمتر از تراوایی نسبی سنگ نسبت به نفت در اشباع آب کاهش نیافتی است، چیست؟

(۱) نفوذپذیری مؤثر سنگ مخزن نسبت به آب کمتر از نفوذپذیری مؤثر سنگ مخزن نسبت به نفت در شرایط داده شده است.

(۲) نفوذپذیری مؤثر سنگ مخزن نسبت به آب بیشتر از نفوذپذیری مؤثر سنگ مخزن نسبت به نفت در شرایط داده شده است.

(۳) این مورد فقط تابعی از نفوذپذیری مطلق سنگ مخزن و خواص نفت است.

(۴) دلیل آن توزیع غیریکنواخت اندازه حفره‌های سنگ مخزن است.

- ۱۰- در آزمایش اندازه‌گیری فشار موئینگی به روش سانتیفریوز با استفاده از اطلاعات داده شده مقدار فشار موئینگی در سطح داخلی مغزه (P_{eL}) برحسب kPa کدام است؟

$$\rho_w = 1 \frac{gr}{cm^3} \quad r_1 = 5cm \quad \text{فاصله قسمت داخلی مغزه تا محور دوران}$$

$$\rho_o = 0.8 \frac{gr}{cm^3} \quad r_2 = 10cm \quad \text{فاصله قسمت خارجی مغزه تا محور دوران}$$

$$V_p = 8.2cm^3 \quad RPM = \frac{24000}{\pi} \quad V = 0.1cm^3 \quad \text{حجم سیال تر جابجا شده}$$

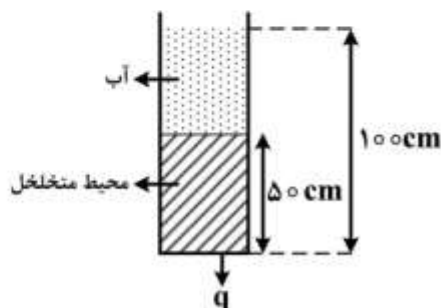
(۱) ۱۲

(۲) ۱۶

(۳) ۲۰

(۴) ۲۴

- ۱۱- اگر ارتفاع آب در سیستم نشان داده شده در مدت ۱۰۰۰ ثانیه از ۱۰۰cm به ۵۰cm کاهش یابد تراوایی محیط متخلخل برحسب داری به کدام یک از اعداد زیر نزدیک تر است؟



(۱) $50 \ln 1/5$

(۲) $50 \ln 3$

(۳) $100 \ln 1/5$

(۴) $100 \ln 3$

$$\mu = 1 \text{ cp}$$

$$A = 5 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$$

۱۲- نفوذپذیری یک سنگ با سه نمونه گاز مختلف اندازه گیری شده است با کمک نتایج داده شده نوع گازها از سبک تر به سنگین تر و نفوذپذیری معادل مایع سنگ به ترتیب کدام است؟

(A)

k_g	$\frac{1}{p}$
۳۰	۱
۲۲	$\frac{1}{2}$
۳۸	$\frac{1}{8}$

(B)

k_g	$\frac{1}{p}$
۲۴	$\frac{5}{8}$
۲۶	$\frac{1}{2}$
۲۸	$\frac{1}{6}$

(C)

k_g	$\frac{1}{p}$
۳۲	$\frac{1}{5}$
$\frac{۳۳}{۶}$	$\frac{1}{7}$
۳۶	۲

$$k_L = 18, \rho_A > \rho_c > \rho_B \quad (1)$$

$$k_L = 18, \rho_A < \rho_c < \rho_B \quad (2)$$

$$k_L = 20, \rho_A < \rho_c < \rho_B \quad (3)$$

$$k_L = 20, \rho_A > \rho_c > \rho_B \quad (4)$$

۱۳- با فرض ایدئال بودن رفتار یک سیستم هیدروکربنی که از سه جزء داده شده در جدول زیر تشکیل شده است، فشار نقطه شبنم آن در دمای $150^\circ F$ چند psia است؟
 Z_i کسر مولی اجزا و p_{vi} فشار بخار اجزا هستند.

	Z_i	p_{vi} (psia)
C_3	$\frac{5}{6}$	۳۰۰
$n-C_4$	$\frac{5}{3}$	۱۰۰
$n-C_5$	$\frac{5}{1}$	۴۰

$$133 \quad (1)$$

$$163 \quad (2)$$

$$214 \quad (3)$$

$$440 \quad (4)$$

۱۴- در یک سیستم دو جزئی و دو فازی مایع - بخار، در صورتی که ترکیب فاز مایع x ، ترکیب فاز بخار y و ترکیب کلی سیستم Z باشد، کسر مولی فاز مایع (n_L) کدام است؟

$$\frac{X_1 - Z_1}{X_1 - Y_1} \quad (1)$$

$$\frac{Z_1 - Y_1}{X_1 - Y_1} \quad (2)$$

$$\frac{Z_2 - X_2}{X_2 - Y_2} \quad (3)$$

$$\frac{Z_2 - Y_2}{Y_2 - X_2} \quad (4)$$

۱۵- دو نوع نفت، با چگالی ویژه γ_1 و γ_2 با هم مخلوط می‌شوند. کدام یک از روابط زیر، بیانگر چگالی ویژه متوسط ($\bar{\gamma}$) این دو نفت است؟ (x بیانگر جزء مولی، vf بیانگر جزء حجمی و mf بیانگر جزء جرمی است.)

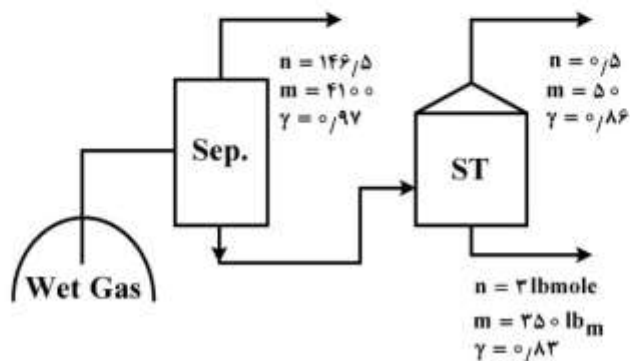
$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2} \quad (1)$$

$$\bar{\gamma} = \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 \quad (2)$$

$$\bar{\gamma} = \gamma_1 v f_1 + \gamma_2 v f_2 \quad (3)$$

$$\bar{\gamma} = \gamma_1 m f_1 + \gamma_2 m f_2 \quad (4)$$

۱۶- اطلاعات یک واحد بهره‌برداری، به صورت زیر داده شده است. جرم ملکولی گاز مخزن چقدر است؟



۲۴ (۱)

۲۶ (۲)

۲۸ (۳)

۳۰ (۴)

۱۷- در یک محفظه، مخلوطی از اجزای A و B در فشار کل 210 psia و دمای 30°F به صورت دو فازی وجود دارد. چنانچه فشار جزئی و نسبت تعادل ماده A به ترتیب 70 psia و 2 باشند مقدار فشار بخار این ماده در دمای مذکور چند psia است؟

۱۰۵ (۱)

۲۱۰ (۲)

۴۲۰ (۳)

۸۴۰ (۴)

۱۸- ارتباط زمان - مسافت امواج پراش (diffracted waves) در روی یک رکورد چشمه مشترک برای تابش موج P و پراش SV چه شکل هندسی دارد؟ (جواب را برای هنگامی که چشمه لرزه‌ای درست در بالای نقطه پراش در سطح زمین واقع باشد در نظر بگیرید)

(۱) سهمی (۲) خط مستقیم (۳) هذلولی متقارن (۴) هذلولی نامتقارن

۱۹- در هنگام انتشار امواج تراکمی در لایه‌هایی که در آن‌ها انرژی لرزه‌ای به گرما تبدیل می‌شود، طی فاصله دامنه فرکانس‌های تشکیل‌دهنده چشمه موج چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) دامنه تمام فرکانس‌ها خطی کاهش پیدا می‌کند.

(۲) دامنه فرکانس‌های بالا بیشتر از دامنه فرکانس‌های پایین کاهش می‌یابد.

(۳) دامنه فرکانس‌های پایین بیشتر از دامنه فرکانس‌های بالا کاهش می‌یابد.

(۴) دامنه فرکانس‌های بالا خطی کاهش پیدا می‌کند و دامنه فرکانس‌های پایین ثابت باقی می‌ماند.

۲۰- حضور درصد کمی از گاز در یک لایه نفتی متخلخل با عمق نسبتاً کم، به ترتیب باعث چه تغییراتی در سرعت موج تراکمی و سرعت موج برشی می‌شود؟

(۱) افزایش - افزایش (۲) کاهش - افزایش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - تغییر نمی‌کند.

۲۱- اگر معادله زمان سیر موج لرزه‌ای به صورت $T(x) = T_0 + \frac{x^2}{v^2} - \frac{x^2}{v^2} \sin \theta$ باشد، آنگاه کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) اگر شیب بیشتر شود آنگاه میزان تصحیح DMO افزایش می‌یابد.
- (۲) اگر سرعت بیشتر شود آنگاه میزان تصحیحات NMO افزایش می‌یابد.
- (۳) بیشترین میزان تصحیحات NMO/DMO در دور افت صفر است.
- (۴) اگر شیب بیشتر شود تصحیح استاتیک افزایش می‌یابد.

۲۲- یک پالس لرزه‌ای پس از عبور از یک محیط ۱۰ لایه همگن و همسانگرد که تباین سرعتی قابل قبولی دارد دچار تغییر شکل می‌شود (توجه شود فرض بر این است که محیط جذب فرکانس ندارد). دلیل عمده این تغییر شکل کدام است؟

- (۱) تغییر انرژی به دلیل پخش فرکانسی محیط لایه‌ای
- (۲) تغییر دامنه به دلیل هم‌امیخت با سری بازتاب زمین
- (۳) تغییر فاز به دلیل هم‌امیخت با سری بازتاب زمین
- (۴) تغییر دامنه به دلیل همبستگی با سری بازتاب زمین

۲۳- اگر $\lambda = ۰٫۰۵$ و $\mu = ۰٫۴۵$ (ضرایب لامه) باشند و کرنش محوری معادل ۲ نیوتن بر مترمربع فرض شود آنگاه کرنش جانبی چقدر است؟

- (۱) ۰٫۱
- (۲) -۰٫۱
- (۳) ۰٫۴۵
- (۴) -۰٫۹

۲۴- مقدار گرادیان در مطالعات AVO در بین کدام یک از موارد زیر به صورت نسبی بیشتر از موارد دیگر است؟

- (۱) تخلخل بالا در مخازن
- (۲) شکستگی در مخازن
- (۳) تخلخل پایین در مخازن
- (۴) نفت و گاز در مخازن

۲۵- در یک عملیات لرزه‌نگاری انعکاسی بر روی یک لایه تخت فاصله دو ایستگاه متوالی ۳۰ متر و سرعت لایه بازتابنده ۲۰۰ متر بر ثانیه است، در صورتی که زمان گیرنده بر روی چشمه $t_0 = 1 \text{ sec}$ ثبت شده باشد مقدار برونراند نرمال چند میلی ثانیه است؟

- (۱) ۸۷٫۵
- (۲) ۱۱۲٫۵
- (۳) ۱۳۴٫۵
- (۴) ۱۵۶٫۵

۲۶- اگر در یک عملیات لرزه‌نگاری انعکاسی تعداد کانال‌های فعال ۱۰۵۶، فاصله ایستگاه‌ها از یکدیگر ۳۰ متر و فاصله چشمه‌ها از یکدیگر ۴۸۰ متر باشد، تعداد فولد یا پوشش زیر سطحی کدام است؟

- (۱) ۷۶
- (۲) ۴۲
- (۳) ۳۳
- (۴) ۱۸

۲۷- حاصل همابخت (کانولوشن) یک موجک چشمه $Q(n) = \{1, 0, -1\}$ و سری زمانی زمین $R(n) = \{1, -1, -2, 0, 1\}$ کدام است؟

(۱) $\{1, -1, -3, 1, 3, 0, -1\}$

(۲) $\{-1, 0, 3, 1, -3, -1, 1\}$

(۳) $\{1, -1, -3, -1, 3, 1, -1\}$

(۴) $\{1, 0, 3, 1, -3, -1, 1\}$

۲۸- اگر حجم کل یک مغزه ۱۷۹ سانتی متر مکعب و حجم فضاهاى خالی درون آن برابر $21/3$ سانتی متر مکعب و وزن مغزه در حالت خشک $427/3$ گرم باشد، کدام گزینه برای تخلخل و چگالی خمیره (مواد جامد) سنگ به ترتیب برحسب درصد و گرم بر سانتی متر مکعب صحیح است؟

(۱) $2/85, 9/1$

(۲) $2/71, 11/9$

(۳) $2/63, 12/8$

(۴) $2/43, 14/3$

۲۹- در مقابل یک سازند ماسه‌ای با میزان تخلخل 10% درصد و اشباع از آب شور، با در نظر گرفتن زمان گذر موج در ماتریس سنگ برابر با 60 میکروثانیه بر فوت و در لایه‌های شیلی مجاور برابر با 80 میکروثانیه بر فوت، مقدار قرائت شده زمان گذر موج توسط ابزار سونیک چند میکرو ثانیه بر فوت است؟

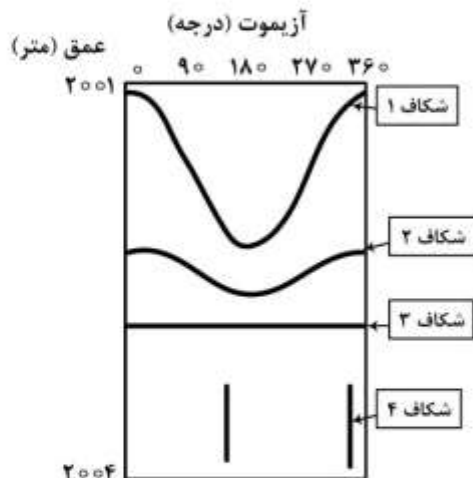
(۱) ۸۵

(۲) $75/5$

(۳) ۷۳

(۴) $70/5$

۳۰- یک چاه انحرافی با زاویه شیب 85 درجه در یک مخزن شکافدار که شکاف‌هایی با شیب 70 درجه دارد حفاری شده است. در این چاه نمودار تصویری (FMI) برداشت شده است. کدام شکاف در نمودار تصویری زیر نماینده شکاف‌های این مخزن است؟



(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۳۱- یک مغزه کربناته به ابعاد (۳ اینچ × ۶ اینچ) با حجم ۶۹۵cc در داخل یکی از دو محفظه ابزار بویلی قرار داده شده است. هر یک از محفظه‌ها ۱۰۰۰cc حجم دارند. محفظه اول تحت فشار تا ۵۰psig قرار داده شد. در حالیکه محفظه دوم تخلیه شده است. هنگامی که دو محفظه به یکدیگر مرتبط شدند فشار به ۲۸/۱psig رسید. تخلخل مغزه کدام است؟

(۱) ۲۹/۸

(۲) ۱۵/۴

(۳) ۱۴/۵

(۴) ۱۱/۹

۳۲- با استفاده از اطلاعات داده شده برای یک مغزه فاکتور مقاومت ویژه سازند (F) کدام است؟
 $R_w = 55 \text{ Ohm-cm}$ ، $E = 7.64 \text{ volt}$ ، $I = 0.1 \text{ Am}$ ، قطر مغزه $D = 2.54 \text{ cm}$ و طول آن را 3.2 cm در نظر بگیرید.

(۱) ۱۴

(۲) ۱۷

(۳) ۲۲

(۴) ۴۱

۳۳- با توجه به اطلاعات داده شده میزان درصد تخلخل و درصد اشباع شدگی آب یک مغزه به ترتیب چقدر است؟
 $V_b = 95 \text{ cm}^3$ ، وزن اولیه مغزه $W_{i \text{ initial}} = 216.7 \text{ gr}$ ، مغزه تخلیه شده و فضای گاز توسط آب با چگالی $\rho_w = 1 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$ پر شده و وزن جدید مغزه برابر $W_{i \text{ new}} = 219.7 \text{ gr}$ شده است. آب داخل مغزه تخلیه و حجم آب تخلیه شده $V_{\text{removed}} = 13.0 \text{ cm}^3$ است. نفت با چگالی $\rho_o = 0.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ از داخل مغزه تخلیه و مغزه حرارت داده می‌شود و وزن آن به $W_{i \text{ dry}} = 199.5 \text{ gr}$ می‌رسد.

(۱) ۱۳/۹۷ ، ۲۹/۲۳

(۲) ۴۶/۵۷ ، ۲۲/۶

(۳) ۳۹/۴۶ ، ۱۵/۲

(۴) ۳۶/۲۷ ، ۱۳/۹۷

۳۴- نرخ جریان افقی q سیال در یک سیستم مستطیلی هنگامی که شرایط به شرح زیر باشد کدام است؟
 در صورتی که تراوانی $k = 1$ داری، سطح مقطع $A = 6 \text{ ft}^2$ ، گرانیوی $\mu = 1 \text{ cP}$ یک سانتی‌پواز، طول ۶ft ، فشار اولیه $P_1 = 5.0 \text{ atm}$ و $P_2 = 2.0 \text{ atm}$ است.

(۱) ۲۶/۹۳

(۲) ۴۲/۳۹

(۳) ۷۰/۳۴

(۴) ۹۱/۴۲

۳۵- نرخ جریان نفت در یک سیستم شعاعی با توجه به اطلاعات داده شده کدام است؟

$$K = 300 \text{ md} \quad r_e = 330 \text{ ft}$$

$$h = 20 \text{ ft} \quad r_w = 0.5 \text{ ft}$$

$$P_e = 2500 \text{ psia} \quad \frac{r_e}{r_w} = 660$$

$$P_w = 1740 \text{ psia} \quad \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) = 6.492$$

$$\mu = 1.3 \text{ cp}$$

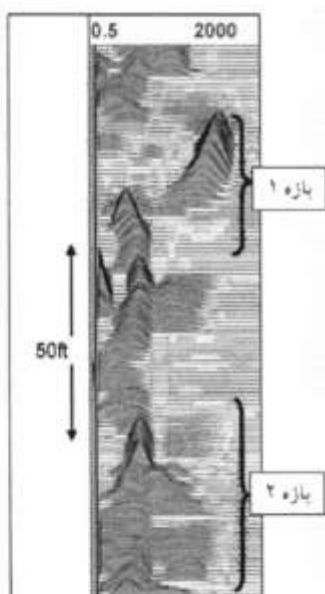
(۱) ۱۷۹۵

(۲) ۲۶۵۷

(۳) ۳۸۲۶

(۴) ۴۲۳۵

۳۶- با توجه به توزیع T₂ لاگ NMR به ترتیب بازه‌های ۱ و ۲ مربوط به چه لیتولوژی‌هایی هستند؟



(۱) آهک تمیز، ماسه شیل‌دار

(۲) آهک شیل‌دار، ماسه تمیز

(۳) ماسه شیل‌دار، آهک شیل‌دار

(۴) ماسه تمیز، آهک تمیز

۳۷- ترکیب ایزوتوپی کربن گازهای هیدروکربنی یک مخزن به شرح زیر است؟

$$\delta^{13}C_1 > \delta^{13}C_2 > \delta^{13}C_3$$

در خصوص این مخزن کدام یک از موارد زیر محتمل‌تر است؟

(۱) گاز ماگمایی (Magma gas)

(۲) کراکینگ نفت (Oil cracking)

(۳) کراکینگ گاز تر (Wet gas cracking)

(۴) اختلاط گاز بیوژنیک، ترموژنیک (Mixing)

۳۸- کدام یک از یون‌های محلول در آب مخزن تأثیر بیشتری در کاهش درجه حرارت لازم برای کراکینگ حرارتی نفت

دارد؟

Mg (۴)

Na (۳)

Ca (۲)

K (۱)

۳۹- میزان بیومارکر **Bisnorhopane** - ۲۸,۳۰ و نسبت **Tricyclic Terpene** $\frac{C_{21}}{C_{22}}$ در مواد آلی و نفت منشأ

گرفته از کدام یک از لیتولوژی‌های زیر، بیشتر است؟

(۱) تبخیری (۲) شیلی (۳) کربناته (۴) مارنی

۴۰- رنگ قهوه‌ای فلورسانس (**Fluorescence**) ماده آلی بیانگر کدام محدوده از پارامتر انعکاسی ویتربینایت R_o است؟

(۱) $R_o \sim 0.7 - 1\%$

(۲) $R_o \sim 0.4 - 0.5$

(۳) $R_o > 1\%$

(۴) $R_o < 0.4\%$

۴۱- با افزایش مقادیر مواد آلی موجود در سنگ منشأ میزان تغییرات لاگ‌ها به ترتیب چگونه است؟

(۱) گاما - کاهش ، سونیک - افزایش ، دانسیته - افزایش

(۲) گاما - افزایش ، سونیک - کاهش ، دانسیته - کاهش

(۳) گاما - کاهش ، سونیک - کاهش ، دانسیته - افزایش

(۴) گاما - افزایش ، سونیک - افزایش ، مقاومت - کاهش

۴۲- بالا بودن مقدار ماده آلی پریلن (**perylene**) در رسوبات ساحلی دریای مازندران نشانه کدام منشأ است؟

(۱) پایروژنیک (۲) پتروژنیک

(۳) نشأت محصولات پالایشگاهی (۴) نشأت نفت از مخازن هیدروکربنی

۴۳- نفتی در نتیجه تخریب میکروبی بایومارکرهای استران آن به‌طور کامل حذف شده‌اند، شدت تخریب میکروبی این

نفت در مقیاس درجه‌بندی **Peter and Moldovan** کدام است؟

(۱) درجه تخریب بسیار شدید (۱۰) (۲) درجه تخریب شدید (۷)

(۳) درجه تخریب متوسط (۵) (۴) درجه تخریب کم (۳)

۴۴- با افزایش طول مسیر مهاجرت نفت میزان کدام ترکیبات در نفت به ترتیب به آهستگی کاهش می‌یابد؟

(۱) Sterane, Hopane, Steroid Aromatic (۲) Saturate, Resin, phytane

(۳) Aromatics, Pristane (۴) Alkylphenol, Asphalten, Benzocarbazole

۴۵- چگونه می‌توان مخازن گازی تحت تأثیر تخریب میکروبی را از مخازن گازی غیر تخریبی تشخیص داد؟

(۱) افزایش میزان $\frac{C_2}{C_3}$ - سنگین‌تر شدن ترکیب ایزوتوپ کربن دی‌اکسید کربن گاز - افزایش اختلاف ترکیب

ایزوتوپی اتان و متان به بیش از ۱۵ پرمیل

(۲) سنگین‌تر شدن ترکیب ایزوتوپی متان - سبک‌تر شدن ترکیب ایزوتوپی دی‌اکسیدکربن

(۳) افزایش میزان پروپان - سبک‌تر شدن ترکیب ایزوتوپی دی‌اکسید کربن - کاهش اختلاف ایزوتوپی کربن اتان و متان

(۴) افزایش میزان گاز بوتان - کاهش میزان گاز دی‌اکسیدکربن - سبک‌تر شدن ترکیب ایزوتوپی کربن گاز پروپان

