

استعداد تحصیلی

و

زبان انگلیسی

۱۳۹۸



سوالات آزمون گروه فنی و مهندسی دکتری ۹۸

استعداد تحصیلی

بخش اول: درک مطلب

■ **راهنمایی:** در این بخش، دو متن به‌طور مجزا آمده است. هریک از متن‌ها را به‌دقت بخوانید و پاسخ سؤال‌هایی را که در زیر آن آمده است، با توجه به آنچه می‌توان از متن استنتاج یا استنباط کرد، پیدا کنید و در پاسخنامه علامت بزنید.

متن (۱)

او در نظریه خود که بعدها با مشاهدات تجربی هم تأیید شد، نشان داد که زمان و فضا عناصر جدای از هم نیستند، بلکه ما در حال زندگی در جهانی به‌هم پیوسته و درهم‌تنیده هستیم که از چهار بُعد تشکیل شده است. چهار بُعدی که سه‌تای آن را ابعاد مکانی و یک مورد آن را بُعد زمان تشکیل می‌دهد، اما در کل، یک ساختار واحد به نام فضا - زمان می‌سازند. او همچنین ثابت کرد که همه این پارامترها، بسته به شرایط تغییر می‌کنند. برای مثال، اگر شما با سرعتی بسیار بالا (یعنی سرعتی قابل مقایسه با سرعت نور) حرکت کنید، ساعت شما آهسته‌تر گذر زمان را نشان می‌دهد؛ به این معنی که زمان برای شما کندتر از کسی می‌گذرد که با آن سرعت حرکت نمی‌کند. آزمایش معروف و ذهنی اینشتین این موضوع را به‌خوبی تأیید می‌کند. طبق این آزمایش، اگر سرعت شما به عدد ممنوعه سرعت نور برسد (از مشکلات فنی و نتایج آن بر بدن‌تان صرف‌نظر کنید)، زمان برای شما متوقف خواهد شد و هیچ زمانی برای شما نخواهد گذشت.

بسیار اغواکننده است که یک گام این موضوع را جلوتر ببریم و بگوییم که اگر با سرعت بیش از نور حرکت کنیم، بدین ترتیب می‌توانیم زمان را دور بزنیم. متأسفانه اینشتین و طبیعت مانع شما می‌شوند و آنها سرعت بیش از نور را برای جهان ما ممنوع کرده‌اند. اما تا همین جا هم امکان دستکاری در زمان به‌وجود آمده است. اما آیا علم می‌تواند راه‌هایی برای سفر زمان پیشنهاد کند؟

به نظر می‌رسد دانشمندان سعی می‌کنند راه‌هایی، حداقل به شکل نظری، برای این مشکل پیدا کنند. با استفاده از نظریه اینشتین و توجه به پیوستگی فضا - زمان، شاید هندسه جهان به کمک ما بیاید. اگر فضا - زمان، موجودی پیوسته باشد که امروزه می‌دانیم این‌گونه است و اگر بتوانیم به گونه‌ای بر هندسه فضا - زمان تأثیر بگذاریم، شاید بتوانیم منحنی‌هایی در فضا - زمان پیدا کنیم که ما را به گذشته یا آینده ببرد. به عنوان مثال، می‌دانیم که جرم بر شکل فضا - زمان تأثیر می‌گذارد و در واقع، این یکی از پیش‌بینی‌های نسبیت اینشتین بود که نخستین بار در حین یک خورشیدگرفتگی توسط فیزیکدان آمریکایی، ادینگتون، تأیید شد. ادینگتون برای تأیید این نظر، هنگام یک خورشیدگرفتگی کامل، تصویری از خورشید تیره‌شده و ستاره‌های اطراف خورشید تهیه کرد. اگر اینشتین درست می‌گفت وجود خورشید به‌عنوان یک جرم بزرگ باید موجب ایجاد خمیدگی اندکی در فضا - زمان می‌شد. برای اینکه این موضوع را درک کنید، یک لحظه تصور کنید فضا - زمان مانند یک ورقه پلاستیکی بزرگ است که آن را محکم در دست گرفته‌اید. حال اگر یک توپ فلزی سنگین روی این ورقه پلاستیکی بگذارید، درجایی که این توپ قرار گرفته است، این ورقه پلاستیکی شما اندکی خمیده می‌شود. خورشید در این آزمایش، نقش همان توپ فلزی را بازی می‌کرد. اگر خورشید این انحنا را ایجاد می‌کرد، آن وقت نور ستاره‌هایی که از نزدیکی خورشید می‌گذشتند، اندکی منحرف می‌شد و در مکانی اندکی متفاوت با جایی که باید باشند، دیده می‌شدند. ادینگتون برای اینکه این مسئله را آزمایش کند، شش‌ماه پیش از کسوف که خورشید در نیمه دیگر آسمان بود، از همان منطقه که قرار بود خورشیدگرفتگی رخ دهد، تصویربرداری کرد و موقعیت دقیق ستاره‌ها نسبت به یکدیگر را ثبت کرد و این حالتی است که هنوز گلوله فلزی را روی صفحه نگذاشته‌اید، سپس این تصویر را با تصویر هنگام کسوف مقایسه کرد و متوجه شد ستاره‌هایی که در اطراف خورشید وجود داشتند، هنگام گرفت، در مختصات اندکی متفاوت با جای پیشین خود دیده می‌شدند: یعنی خورشید توانسته است انحنا کوچکی در فضا - زمان خود ایجاد کند. حال اگر این گلوله شما بسیار سنگین‌تر شود، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ این انحنا بیشتر و بیشتر می‌شود و ممکن است در نهایت، بین دو ناحیه فضا - زمان پل بزند. چنین اجرامی در عالم وجود دارند.

کله ۱- مقصود اصلی متن، کدام است؟

- (۱) ارزیابی نقش ادینگتون در بسط نظریه اینشتین
 (۲) بررسی تحول نظریه ساختار واحد فضا - زمان
 (۳) نقد و بررسی نظریه اینشتین درباره زمان
 (۴) بررسی امکان سفر در زمان

کله ۲- کدام مورد، به درستی، نقش پاراگراف ۲ را در متن توصیف می‌کند؟

- (۱) پیش‌زمینه برای بحث مطرح در پاراگراف بعدی خود را فراهم می‌آورد.
 (۲) با نادیده انگاشتن محدودیت‌های مطرح در پاراگراف ۱، موضوع را به مطلبی کاملاً نظری تبدیل می‌کند.
 (۳) با ذکر دو معضل مهم، دلیل آنکه پاراگراف ۱، عدد ممنوعه برای رسیدن به سرعت نور مطرح می‌سازد را کمی توضیح می‌دهد.
 (۴) نشان می‌دهد که نظریه اینشتین که در پاراگراف ۱ آمده است، وقتی هیجان‌انگیز است که برخی پیش‌شرط‌های آن را حذف کنیم.

کله ۳- طبق متن، کدام مورد درست به حساب می‌آید؟

- (۱) موجودیت پیوسته فضا - زمان
 (۲) تغییرناپذیری پارامترهای فضا - زمان
 (۳) مستقل بودن شکل فضا - زمان از جرم
 (۴) مشاهده دو ناحیه مختلف فضا - زمان به‌طور هم‌زمان

کله ۴- طبق پاراگراف ۳، عبارت زیر که در متن، زیر آن خط کشیده شده است، به کدام پدیده اشاره دارد؟

«این حالتی است که هنوز گلوله فلزی را روی صفحه نگذاشته‌اید.»

- (۱) زمانی که ادینگتون، فرضیه خود را به بوته آزمایش واقعی گذاشت.
 (۲) زمانی که نور ستاره‌هایی که در اطراف خورشید بودند، شروع به انحراف کردند.
 (۳) زمانی که خورشید هنوز تأثیر خود را برجا نگذاشته بود.
 (۴) زمانی که موقعیت ستاره‌ها نسبت به خود و نسبت به خورشید تثبیت شده بود.

متن (۲)

توربین‌های بادی قادر به تبدیل انرژی باد به انرژی الکتریکی بوده و عموماً در دو نوع عمودی و افقی ساخته می‌شوند. در مدل‌های توربین بادی محور افقی، ژنراتور و تبدیل‌کننده نیروی باد به انرژی الکتریکی در بالای محور مرتفعی قرار دارد که پروانه‌های توربین در بالای آن واقع شده‌اند. طول و تعداد پره‌های توربین‌های بادی، براساس شرایط محیطی، متنوع و مختلف است، اما در بیشتر مناطق دنیا، از توربین‌های سه‌پره استفاده شده و طول پره‌ها نیز بستگی مستقیم به نوع بادخیز بودن منطقه دارد. به طور میانگین، طول پره‌های توربین‌های بادی بین ۲۰ تا ۴۰ متر بوده و ارتفاع میله‌های محور اصلی آن نیز می‌تواند بین ۶۰ تا ۹۰ متر باشد. البته در این موارد، استاندارد مشخصی وجود نداشته و طراحان و مهندسان، با توجه به شرایط بومی هر منطقه، نسبت به طراحی و مشخص کردن ابعاد توربین‌ها اقدام می‌کنند.

در نوع دیگر توربین‌های بادی موجود در دنیا که به توربین‌های محور عمودی شهرت دارند، سیستم تبدیل‌کننده انرژی به‌صورت عمودی قرار گرفته و این موضوع سبب می‌شود که توربین نیازی به چرخش به سمت باد را نداشته باشد. البته استفاده از این مدل توربین‌ها، به نسبت توربین‌های محور افقی، چندان رایج نبوده و بیشتر مختص موارد ویژه‌ای است که در آن، امکان نصب توربین‌های افقی وجود نداشته یا جهت وزش باد، دائماً در حال تغییر است. در کل، باید در نظر داشت که توربین‌های گروه اول یا همان توربین‌های بادی محور افقی، دارای کاربری بیشتری بوده و از نظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه‌تر هستند.

اتفاقاتی که در داخل یک توربین بادی محور افقی در هنگام وزش باد می‌افتد، از این قرار است: وزش باد سبب چرخش پره‌های توربین می‌شود که به قسمت گرداننده متصل است. [۱] محور توربین شروع به چرخیدن به حول خود کرده و انرژی جنبشی را از باد دریافت می‌کند. این نیرو توسط محور مرکزی پشتیبانی و تبدیل می‌شود. در بخش داخلی ناسل (nacelle) که اصلی‌ترین بخش توربین محسوب شده و در بالای محور میله و انتهای قاعده پره‌ها قرار دارد، یک جعبه‌دنده یا گیربکس ویژه‌ای وجود دارد که نیروی ایجادشده ناشی از چرخش آرام پره‌های توربین را که به‌طور متوسط در حدود شانزده دور در دقیقه است، به سرعت زیادی، برابر با هزاروششصد دور در دقیقه تبدیل می‌کند که این میزان سرعت، برای تأمین انرژی ژنراتور توربین کفایت می‌کند. [۲] ژنراتور دقیقاً در پشت جعبه‌دنده توربین‌ها قرار گرفته و انرژی چرخشی تقویت‌شده را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. بادسنج‌ها که نوع و چگونگی وزش باد را تحت کنترل دارند، در بخش تحتانی ناسل قرار گرفته



و می‌توانند سرعت و جهت باد را تشخیص دهند. براساس اطلاعات دریافت‌شده از بادسنج‌ها، جهت و سرعت وزش باد شناسایی شده و موتورهای ویژه‌ای، پروانه‌های توربین را به سمت موافق باد تغییر می‌دهند تا حداکثر انرژی توسط توربین از وزش باد به‌دست آید. [۳] امروزه بیشتر این بادسنج‌ها به شبکه اینترنت متصل بوده و علاوه بر رصد شرایط محلی، از وضعیت آب‌وهوا و پیش‌بینی وزش باد مطلع هستند. در صورتی که سرعت باد، بسیار بیشتر از حدّ عادی باشد، در داخل توربین‌ها، سیستم ترمز اتوماتیکی قرار دارد که اجازه چرخش با سرعت بیشتر از حدّ استاندارد که می‌تواند سبب آسیب رساندن به توربین شود، را نداده و سرعت چرخش پره‌ها را کم می‌کند. سرعت بالای باد، سبب سریع‌تر چرخیدن پره‌ها شده و به تبع آن، جعبه‌دنده با سرعت بسیار سرسام‌آوری خواهد چرخید که این موضوع سبب آسیب دیدن سیستم توربین می‌شود. انرژی الکتریکی تهیه‌شده توسط ژنراتور، به کمک یک رشته کابل که از داخل محور عمودی توربین عبور می‌کند، به سطح زمین منتقل می‌شود. [۴] انرژی تولیدشده، جهت مصارف مختلف وارد شبکه برق شهری می‌شود.

کج ۵- کدام مورد را می‌توان از اطلاعات مندرج در پاراگراف‌های ۱ و ۲ استنباط کرد؟

- (۱) در توربین‌های افقی و عمودی، مکانیزم تبدیل انرژی، با یکدیگر متفاوت است.
- (۲) برخی طراحان ممکن است توربین‌هایی طراحی کنند که طول پره‌های آنها در دامنه حدّ متوسط نباشد.
- (۳) بین ارتفاع میله‌های محور اصلی توربین‌های بادی و نوع بادخیز بودن منطقه، همبستگی مستقیم وجود دارد.
- (۴) عدم نیاز توربین‌های عمودی به تطبیق با جهت وزش باد، باعث مقرون به‌صرفه بودن آنها نسبت به نوع دیگر توربین‌ها می‌شود.

کج ۶- طبق متن، کدام مورد در خصوص بادسنج‌ها، صحیح است؟

- (۱) نوع و جهت باد را تعیین و با توجه به این اطلاعات، مستقیماً عملکرد توربین را تغییر می‌دهند.
- (۲) زمانی فعال بوده و کار خود را انجام می‌دهند که ارتباطشان با شبکه اینترنت برقرار است.
- (۳) در زیر ناسل قرار داشته و برای حفظ تعادل و کارکرد دقیق توربین لازم هستند.
- (۴) آنها سمت چرخش پروانه‌های توربین را مشخص می‌کنند.

کج ۷- در متن فوق، از کدام روش استدلالی استفاده نشده است؟

- (۱) قیاس
- (۲) توصیف فرایند
- (۳) توصیف عملکرد
- (۴) توصیف شباهت و اختلاف

کج ۸- کدام قسمت در متن که با شماره‌های [۱]، [۲]، [۳] و [۴] مشخص شده‌اند، بهترین قسمت برای قرار گرفتن جمله زیر است؟

«یک دستگاه ترانسفورماتور، ولتاژ برق تولیدشده را هماهنگ کرده و آن را به نیروگاه مجاور توربین‌ها منتقل می‌کند.»

- (۱) [۱]
- (۲) [۲]
- (۳) [۳]
- (۴) [۴]

بخش دوم: حل مسئله

■ **راهنمایی:** این بخش از آزمون استعداد، از انواع مختلف سؤال‌های کمی، شامل مقایسه‌های کمی، استعداد عددی و ریاضیاتی، حل مسئله و ... تشکیل شده است.

• توجه داشته باشید به خاطر متفاوت بودن نوع سؤال‌های این بخش از آزمون، هر سؤال را براساس دستورالعمل ویژه‌ای که در ابتدای هر دسته سؤال آمده است، پاسخ دهید.

راهنمایی: هرکدام از سؤال‌های ۹ تا ۱۳ را به‌دقت بخوانید و جواب هر سؤال را در پاسخنامه علامت بزنید.

کج ۹- در شکل زیر، بین چهار عدد هر دسته، ارتباط خاص و یکسانی برقرار است. به‌جای علامت سؤال، کدام عدد باید قرار بگیرد؟

۳	۵	۲	۴
۱۰	۱۱	۹	۱۸
۷	۶		۵
۸	۴	۶	۲
۲	۸	۱۰	۳

(۱) ۱۰

(۲) ۹

(۳) ۸

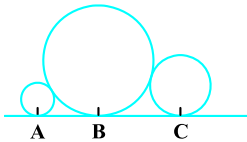
(۴) ۷



۱۰- در یک ساعت شنی، وقتی که نسبت مقدار شن قسمت بالایی به قسمت پایینی، ۴ به ۱ است، ۸ دقیقه طول می کشد تا مقدار شن قسمت بالایی آن، ۴۰ درصد کاهش یابد. کدام یک از زمان های زیر را به طور دقیق می توان با این ساعت تعیین کرد؟

- (۱) یک ساعت و نیم (۲) یک ساعت و ربع (۳) ۵۵ دقیقه (۴) ۴۰ دقیقه

۱۱- در شکل زیر، شعاع دایره بزرگ ۹ برابر شعاع دایره کوچک و ۴ برابر شعاع دایره متوسط است. فاصله نقاط B و C، چند برابر فاصله نقاط A و B است؟



(۱) $1/5$

(۲) ۲

(۳) $2/25$

(۴) ۳

۱۲- سه ظرف x، y و z که z خالی و دوتای دیگر، دارای مقداری آب هستند، در اختیار داریم. پس از آنکه از ظرف x و y، مقداری آب درون z می ریزیم، هر سه ظرف به یک میزان آب خواهند داشت. اگر ۳۲ درصد از آبی که در ظرف z است، از ظرف x درون آن ریخته شده باشد، نسبت مقدار آب موجود در دو ظرف x و y، در ابتدا کدام بوده است؟

(۴) ۱۲ به ۱۶

(۳) ۱۱ به ۱۴

(۲) ۱۰ به ۱۶

(۱) ۹ به ۱۴

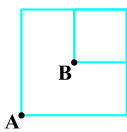
۱۳- شکل زیر، دو مربع را نشان می دهد که نقطه B مرکز مربع بزرگ است و توسط ۳ هزار دومینو که روی اضلاع شکل قرار گرفته اند، ساخته شده است. قطعات این دومینو، که فاصله آن ها از یکدیگر کاملاً یکسان است، طوری چیده شده اند که هر کدام بیفتند، قطعات هر دو طرف خود را می اندازد. اگر سرعت خراب شدن دومینوها ۲۰ عدد در ثانیه باشد و از دو نقطه مشخص شده در شکل، آنها را به طور همزمان خراب کنیم، چند ثانیه طول می کشد تا کل الگو خراب شود؟

(۱) ۳۰

(۲) ۴۰

(۳) ۴۵

(۴) ۶۰



راهنمایی: هر کدام از سؤال های ۱۴ و ۱۵، شامل دو مقدار یا کمیت هستند، یکی در ستون «الف» و دیگری در ستون «ب». مقادیر دو ستون را با یکدیگر مقایسه کنید و با توجه به دستورالعمل، پاسخ صحیح را به شرح زیر تعیین کنید:

- اگر مقدار ستون «الف» بزرگ تر است، در پاسخنامه گزینه ۱ را علامت بزنید.
- اگر مقدار ستون «ب» بزرگ تر است، در پاسخنامه گزینه ۲ را علامت بزنید.
- اگر مقادیر دو ستون «الف» و «ب» با هم برابر هستند، در پاسخنامه گزینه ۳ را علامت بزنید.
- اگر براساس اطلاعات داده شده در سؤال، نتوان رابطه ای را بین مقادیر دو ستون «الف» و «ب» تعیین نمود، در پاسخنامه گزینه ۴ را علامت بزنید.

۱۴- در یک پارکینگ خودرو که ظرفیت آن نامعلوم است، در هر دقیقه، نسبت تعداد خودروهای خارج شده به تعداد خودروهای وارد شده به آن، ۵ به ۲ است.

ب

الف

مدت زمان لازم تا تعداد خودرو در پارکینگ، از ۵۰ درصد ظرفیت به ۴۵ درصد برسد.

مدت زمان لازم تا تعداد خودرو در پارکینگ، ۱۲۰ عدد کم شود.

۱۵- سه پرینتر x، y و z با سرعت هایی به نسبت ۳ به ۴ به ۷ در اختیار داریم.

ب

الف

مجموع پرینت هایی که در ۳۰ دقیقه، توسط x و z گرفته می شوند.

مجموع پرینت هایی که در ۲۰ دقیقه، توسط x، y و z گرفته می شوند.

دروس تخصصی

۱۳۹۶

سوالات مهندسی نفت

مهندسی مخازن (۱ و ۲)

۱- گاز ایدئال با ضریب تراکم‌پذیری C و دانسیته ρ در یک محیط متخلخل همگن، تراکم‌ناپذیر همسانگرد (isotropic) با تخلخل ϕ و نفوذپذیری K در شرایط ناپایا جریان دارد. معادله جریانی سیال به کدام صورت زیر است؟

$$\nabla \cdot [P \nabla P] = \frac{\phi \mu c}{K} \frac{\partial P}{\partial t} \quad (۱) \quad \nabla \cdot [P \nabla P] = \frac{\phi \mu c}{K} \frac{\partial P}{\partial t} \quad (۲) \quad \nabla \cdot [\rho \nabla \rho] = \frac{\phi \mu c}{K} \frac{\partial P}{\partial t} \quad (۳) \quad \nabla \cdot [P \nabla P] = \frac{\phi \mu c}{K} \frac{\partial P}{\partial t} \quad (۴)$$

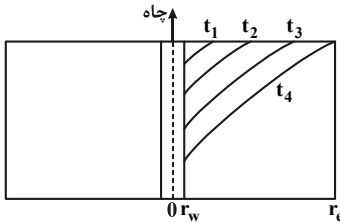
۲- برای جریان پایا سیستم شعاعی، فشار متوسط سیالات با تراکم‌پذیری خیلی کم، از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P_{av.} = P_{\omega} + \frac{q \mu B}{\gamma \cdot \phi \cdot K h} (\ln \frac{r_e}{r_w} - \frac{\omega}{\Delta})$$

مقدار (P_e - P_{av.}) در این سیستم کدام است؟

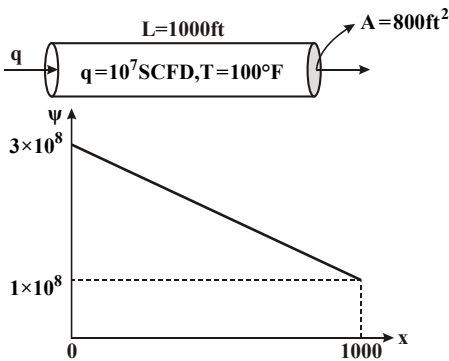
$$\frac{q \mu B}{\gamma \cdot \phi \cdot K h} \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (۱) \quad \frac{q \mu B}{\gamma \cdot \phi \cdot K h} \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (۲) \quad \frac{q \mu B}{\gamma \cdot \phi \cdot K h} \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (۳) \quad \frac{q \mu B}{\gamma \cdot \phi \cdot K h} \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (۴)$$

۳- پروفایل فشار در یک چاه تولیدی واقع در مرکز یک مخزن حجمی استوانه‌ای به صورت زیر می‌باشد (نمای از روبه‌رو). کدام عبارت در این شرایط صحیح است؟



- ۱) چاه تحت شرایط فشار ته چاه ثابت تولید نموده و برای دوره t_۴ < t رژیم جریان در مخزن ناپایا می‌باشد.
- ۲) چاه تحت شرایط دبی ثابت تولید نموده و برای دوره t_۴ < t رژیم جریان در مخزن شبه‌ناپایا می‌باشد.
- ۳) چاه تحت شرایط دبی ثابت تولید نموده و برای دوره t_۴ < t رژیم جریان در مخزن ناپایا می‌باشد.
- ۴) چاه تحت شرایط فشار ته چاه ثابت تولید نموده و برای دوره t_۴ < t رژیم جریان در مخزن پایا می‌باشد.

۴- شکل زیر، بیانگر جریان گاز در یک محیط متخلخل می‌باشد. نفوذپذیری این محیط چند داری است؟



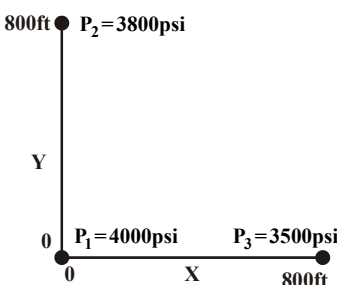
- ۱) ۵/۲
- ۲) ۵/۴
- ۳) ۵/۸
- ۴) ۵/۱۶

۵- سیال تک‌فاز با گرانیوی ۱cp در یک محیط متخلخل دوبعدی در شرایط پایا در جریان است. فشار در سه نقطه در شکل زیر نشان داده شده

است. تراوایی سنگ $K = \begin{bmatrix} 200 & 0 \\ 0 & 200 \end{bmatrix}$ بر حسب md می‌باشد، اگر سنگ مخزن دارایی تراوایی $K = \begin{bmatrix} 200 & 0 \\ 0 & 500 \end{bmatrix}$ باشد کدام گزینه صحیح است؟

توجه: اندازه و زاویه گرادیان فشار نسبت به محور xها با $|\nabla P|$ و θ نشان داده می‌شود.

اندازه و زاویه بردار سرعت نسبت به محور xها با $|u|$ و α نشان داده می‌شود.



- ۱) در حالت دوم $|\nabla P|$ و θ بیشتر می‌شود.
- ۲) در حالت دوم $|\nabla P|$ و θ کمتر می‌شود.
- ۳) در حالت دوم $|\nabla P|$ و θ تغییر نمی‌کنند ولی $|u|$ و α بیشتر می‌شوند.
- ۴) در حالت دوم $|\nabla P|$ و θ $|u|$ و α تغییر نمی‌کنند ولی کمتر می‌شوند.

۶- مقدار گاز اولیه درجا در یک مخزن گاز خشک با فشار اولیه 3500 psia برابر 12000 MMscf است. ضریب حجمی تشکیل گاز (Gas formation volume factor) در شرایط اولیه مخزن $\frac{M_{resbbl}}{MMscf} = 0.9$ است، با کاهش فشار مخزن به 2500 psia مقدار 3500 MMscf گاز و

100 MSTB آب تولید می‌شود. در صورتی که ضرایب حجمی تشکیل گاز و آب در فشار 2500 psia به ترتیب $\frac{M_{resbbl}}{MMscf} = 1/2$ و $\frac{resbbl}{STB} = 0.4$ باشد، مقدار تجمعی حجم آب (آب ورودی در water influx) در طول بازده زمانی کاهش فشار به 2500 psia بر حسب M_{resbbl} چقدر است؟

۴) ۴۹۶

۳) ۵۳۰

۲) ۷۰۴

۱) ۷۹۰۴

۷- جریان سیال کمی تراکم‌پذیر در یک مخزن افقی بین دو چاه تزریقی (شماره ۱) و چاه تولیدی (شماره ۲) در شرایط پایدار، با مشخصات مخزن و سیال به شرح زیر می‌باشد. دبی جریان بر حسب بشکه در روز در شرایط چاه تزریقی تقریباً چه مقدار است؟

$$P_1 = 4200 \text{ psi}$$

$$P_2 = 4000 \text{ psi}$$

$$K = 10^{-2} \text{ Darcy}$$

$$A = 10^4 \text{ ft}^2$$

$$\mu = 10^{-3} \text{ pas}$$

$$L = 1000 \text{ ft}$$

$$C = 5 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{psi}}$$

۱) ۰/۲۲۴

۲) ۲۲/۴

۳) ۲۲۴

۴) ۲۲۴۰۰

۸- یک مخزن نفتی اخیراً کشف شده است. اگر تهاجم آب (water influx) وجود داشته باشد، اما در محاسبات موازنه جرم اولیه به دست آوردن حجم نفت درجا صرف‌نظر شود. مقدار محاسبه شده (نفت درجا) OOIP به احتمال زیاد چگونه است؟

۱) خیلی بالا

۲) خیلی پایین

۳) صحیح

۴) مستقل از تهاجم آب (water influx)، مقدار اشباع نفت فعلی تقریباً چقدر است؟

۹- در یک مخزن نفتی تا قبل از بسته شدن (shut-in) مقدار تجمعی نفت تولید شده 1000 MSTB بوده است. مقدار اولیه نفت مخزن که تحت فشار اشباع قرار داشته، 10000 MSTB با ضریب حجمی تشکیل نفت (oil FVF) برابر با $\frac{resbbl}{STB} = 1/4$ و درجه اشباع آب همزاد 30% بوده است. در

صورتی که ضریب حجمی تشکیل نفت در زمان بسته شدن $\frac{resbbl}{STB} = 1/5$ باشد، با فرض عدم وجود تهاجم آب (water influx) مقدار اشباع نفت فعلی تقریباً چقدر است؟

۴) ۰/۳۱

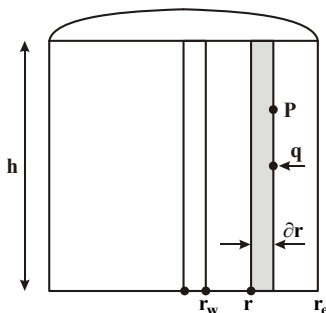
۳) ۰/۴۵

۲) ۰/۶۲

۱) ۰/۶۵

۱۰- نفت در یک سیستم شعاعی و تحت شرایط ناپایا (U.S.S)، جریان دارد. کدام یک از روابط زیر، بیانگر $\frac{\partial P}{\partial t}$ در المان (Element) در نظر گرفته

شده می‌باشد؟ (در سیستم واحد میدانی)



$$\frac{1}{\gamma \cdot 0.1875} \frac{\partial q}{\partial r} \quad (1)$$

$$\frac{2 \pi r h \phi}{5/615} \frac{\partial q}{\partial r} \quad (2)$$

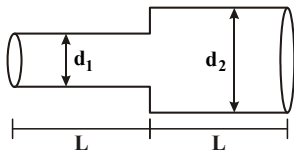
$$\frac{5/615}{4 \pi r h \phi} \frac{\partial q}{\partial r} \quad (3)$$

$$\frac{5/615}{2 \pi r h \phi} \frac{\partial q}{\partial r} \quad (4)$$



خواص سنگ و سیال

۱۱- دو لوله با قطرهای d_1 و d_2 و طول مساوی به صورت افقی و پشت سر هم به یکدیگر متصل شده‌اند. تراوایی معادل این سیستم (\bar{K}) کدام است؟



تراوایی لوله با قطر d_1 $K_1 = d_1$
 تراوایی لوله با قطر d_2 $K_2 = d_2$
 $d_1 = 1\text{ cm}$
 $d_2 = 2\text{ cm}$

(۱) $\frac{64}{85} K_1$ (۳) $\frac{85}{64} K_1$

(۲) $\frac{64}{85} K_2$ (۴) $\frac{85}{64} K_2$

۱۲- اگر فرض کنیم محیط متخلخل توسط مدل دسته لوله موازی با شعاع مساوی در نظر گرفته شود در این صورت سطح حفرات به ازای واحد حجم حفرات برای نمونه‌ای از سنگ مخزن با تراوایی ۱ میلی‌داری و تخلخل ۰/۲ بر حسب cm^{-1} تقریباً کدام است؟

(۱) 1×10^4 (۲) 1×10^5 (۳) 5×10^3 (۴) 5×10^4

۱۳- داده‌های فشار موئینگی برای سیستم آب - هوا در شرایط آزمایشگاهی به صورت زیر گزارش شده است. بر اساس اطلاعات سنگ و سیال مخزن داده شده، ضخامت ناحیه انتقالی (transition zone) در این مخزن به کدام یک از اعداد زیر بر حسب فوت (ft) نزدیک‌تر است؟

S_w	P_c (psi)	پارامتر	K (mD)	ϕ	$\sigma \cdot \cos\theta$ ($\frac{\text{dyne}}{\text{cm}}$)	ρ_w ($\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$)	ρ_o ($\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$)
۱	۰						
۱	۱	شرایط	۵۰۰	۰/۲۵	۷۲	۶۴	۴۴
۱۰/۸	۶	آمایشگاه					
۰/۴	۱۳/۷	شرایط مخزن	۴۰۰	۰/۲۰	۳۶	۶۴	۴۴
۰/۳	۱۶/۵						
۰/۲	۲۳						
۰/۲	۱۰۰						

(۱) ۷۹ (۲) ۱۵۸ (۳) ۳۵۶ (۴) ۷۱۲

۱۴- اگر متوسط طول آزاد برای حرکت مولکول‌های دی‌اکسید کربن ۰/۴ میکرومتر باشد مقدار تراوایی بحرانی برای شروع پدیده لغزش در یک حفره چند mD است؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۵- از روش تقطیر Retort میزان تولید نفت ۱۰cc گزارش شده است. چنانچه حجم بالک سنگ مورد مطالعه ۱۰۰cc و اختلاف وزن سنگ خشک و اشباع شده ۶۳/۲۵ گرم و اختلاف وزن سنگ اشباع و غوطه‌ور شده ۱۰۵ گرم باشد. میزان درصد اشباع نفت چقدر است؟ ($F_{\text{correction factor}} = 1/1$)

(۱) ۶۰ (۲) ۵۵ (۳) ۵۰ (۴) ۴۵

۱۶- در یک cell آزمایشگاهی شامل ۲۹۰cc از مایع مخزن در فشار نقطه حباب ۲۱۰۰psia در دمای ۱۴۵°F، ۲۰cc جیوه از cell خارج می‌شود و فشار به ۱۷۰۰psia کاهش می‌یابد. سپس، جیوه در دما و فشار ثابت به cell تزریق شده، ۰/۲۰۰SCF گاز خارج می‌شود و ۲۷۰cc مایع در cell باقی‌مانده. فرایند با کاهش فشار به ۱۴/۷psia و دما به ۶۰°F تکرار می‌شود. در این صورت ۰/۴۵SCF گاز خارج شده، ۲۰۷/۵cc مایع در cell باقی‌مانده.

ضریب حجمی تشکیل گاز (Bg) در فشار ۱۷۰۰psia و دمای ۱۴۵°F چند $\frac{\text{ft}^3}{\text{SCF}}$ است؟

(۱) ۰/۴۴ (۲) $1/26 \times 10^{-3}$ (۳) $2/53 \times 10^{-3}$ (۴) $7/06 \times 10^{-3}$

۱۷- منحنی فشار در مقابل حجم برای یک سیال مخزنی که دمای آن بین دمای بحرانی و Criondentherm قرار دارد. با استفاده از معادله حالت مکعبی توصیف می‌شود، کدام است؟

- (۱) منحنی دارای یک نقطه عطف بوده و فقط یک ریشه دارد که مربوط به فاز گاز است.
- (۲) منحنی نقطه عطف ندارد و فقط یک ریشه دارد که مربوط به فاز گاز است.
- (۳) منحنی نقطه عطف ندارد و سه ریشه دارد که بزرگ‌ترین ریشه آن مربوط به گاز است.
- (۴) منحنی دارای یک نقطه عطف است و سه ریشه دارد که بزرگ‌ترین ریشه آن مربوط به فاز گاز است.

پاسخنامه مهندسی نفت

مخزن ۱

$$\frac{-\partial}{\partial t}(\rho\phi) = \nabla \cdot (\rho\bar{u})$$

۱- «هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست». معادله پیوستگی به طور کلی عبارت است از:

$$\bar{u} = -\frac{1}{\mu} \bar{k} \nabla \Phi$$

که در آن، \bar{u} بردار سرعت است.

Φ در رابطه فوق، تابع پتانسیل است.

$$\nabla \cdot \left(\frac{\bar{k}}{\mu} \rho \nabla \Phi \right) = \frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi)$$

بنابراین داریم:

$$\nabla \cdot \left(\frac{\bar{k}}{\mu} \rho \nabla P \right) = \frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi)$$

از طرفی با فرض افقی بودن لایه داریم:

حال با توجه به نوع سیال، این معادله قابل تغییر است:

(الف) سیالات تراکم‌ناپذیر (ρ, ϕ, μ ثابت‌اند).

$$\nabla \cdot [\bar{k} \nabla P] = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{محیط همسانگرد} \Rightarrow k_x = k_y = k_z = k \\ \text{محیط همگن} \Rightarrow k = \text{cte} \end{array} \right\} \Rightarrow \nabla \cdot [\bar{k} \nabla P] = k \nabla \cdot [\nabla P] = k \nabla^2 P = 0$$

(ب) سیالات کم‌تراکم‌پذیر:

$$\rho = \rho_0 \exp[c(P - P_0)]$$

$$\Rightarrow \rho \nabla P = \rho_0 \exp[c(P - P_0)] \nabla P = \frac{1}{c} \nabla (\rho_0 \exp[c(P - P_0)]) = \frac{1}{c} \nabla \rho$$

$$\nabla \cdot \left[\frac{\bar{k}}{c\mu} \nabla \rho \right] = \frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi)$$

بنابراین معادله پیوستگی برای این سیالات عبارت است از:

$$\rho = \rho_0 \exp[c(P - P_0)] \approx \rho_0 [1 + c(P - P_0)]$$

می‌توان این معادله را ساده نمود. برای این کار بایستی عملیاتی روی این معادله صورت پذیرد.

$$\nabla \rho = \rho_0 c \nabla P$$

با مشتق‌گیری از طرفین تساوی فوق داریم:

$$\nabla \cdot \left[\frac{\bar{k}}{\mu} \rho_0 \nabla P \right] = \frac{\partial}{\partial t} \{ \phi \rho_0 [1 + c(P - P_0)] \}$$

با جایگذاری رابطه فوق در معادله پیوستگی حاصل داریم:

در رابطه فوق، ρ_0, c, P_0 ثابت‌اند. از طرفی گرانیوی سیال زمانی که تراکم‌پذیری سیال کم است را نمی‌توان ثابت فرض نمود. بنابراین معادله پیوستگی در این حالت عبارت است از:

$$\nabla^2 P = \frac{\mu c \phi}{k} \frac{\partial P}{\partial t}$$

$$\nabla^2 P = \frac{\mu(c + c_R)\phi}{k} \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\mu c_t \phi}{k} \frac{\partial P}{\partial t}$$

تذکر: در صورتی که محیط نیز تراکم‌پذیر باشد، رابطه پیوستگی عبارت است از:

(ج) گازهای کامل (حقیقی)

$$\rho = \frac{PM}{ZRT}$$

$$c_g = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dP}$$

در گازهای حقیقی داریم:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) = \phi \frac{\partial \rho}{\partial t} = \phi \frac{\partial \rho}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial t} = \phi c_g \rho \frac{\partial P}{\partial t} = \phi c_g \frac{PM}{ZRT} \frac{\partial P}{\partial t} \Rightarrow \frac{\partial}{\partial t}(\rho\phi) = \frac{M}{\tau RT} \phi c_g \mu \frac{\tau P}{\mu Z} \frac{\partial P}{\partial t}$$

با جایگذاری رابطه فوق در معادله پیوستگی عمومی داریم:

$$\nabla \cdot \left[\frac{\bar{k}}{\mu} \frac{PM}{ZRT} \nabla P \right] = \frac{M}{\tau RT} \phi c_g \mu \frac{\tau P}{\mu Z} \frac{\partial P}{\partial t} \Rightarrow \nabla \cdot \left[\bar{k} \frac{\tau P}{\mu Z} \nabla P \right] = \phi c_g \mu \frac{\tau P}{\mu Z} \frac{\partial P}{\partial t}$$

(د) گاز ایده‌آل

برای گازهای ایده‌آل، $Z=1, c_g = \frac{1}{P}, \mu$ ثابت است. از طرفی با توجه به همسانگرد و همگن بودن محیط $k = \text{cte}$ ، بنابراین داریم:

$$\nabla \cdot [\tau P \nabla P] = \frac{\phi c_g \mu}{k} \frac{\partial P^2}{\partial t} = \frac{\phi c \mu}{k} \frac{\partial P^2}{\partial t} \Rightarrow \nabla^2 P^2 = \frac{\phi c_g \mu}{k} \frac{\partial P^2}{\partial t} = \frac{\phi \mu}{kP} \frac{\partial P^2}{\partial t}$$

۲- گزینه «۲» برای جریان پایا در سیستم شعاعی، فشار مرز خارجی عبارت‌اند از:

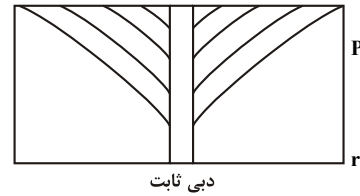
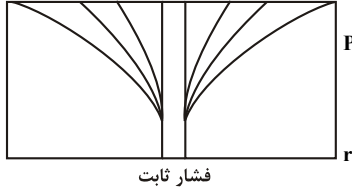
$$P_e = P_w + \frac{q\mu B}{\gamma/\phi kh} \left(\ln \frac{r_e}{r_w} \right)$$

در رابطه فوق، P فشار، q دبی، μ گرانی، B ضریب انبساط حجمی، k تراوایی و h ضخامت سازند (مفید) است.

بنابراین داریم:

$$P_e - P_{ave} = \left[P_w + \frac{q\mu B}{\gamma/\phi kh} \ln \frac{r_e}{r_w} \right] - \left[P_w + \frac{q\mu B}{\gamma/\phi kh} \left(\ln \frac{r_e}{r_w} - \phi/\delta \right) \right] = \frac{q\mu B}{\gamma/\phi kh} (\phi/\delta) = \frac{q\mu B}{14/16 kh}$$

۳- گزینه «۳» پروفایل توزیع فشار در مخزن، در دو حالت دبی ثابت و فشار ثابت چاه به شکل زیرند:



از طرفی وقتی افت فشار به مرز مخزن نرسیده باشد، جریان مخزن ناپایا است. زمانی که افت فشار به مرز مخزن می‌رسد (لحظه $t \geq t_f$)، جریان شبه پایاست.

۴- گزینه «۴» در مخزن گازی به هنگام جریان پایا داریم:

$$q_{sc} = 111/9 \frac{kA}{\mu Z T X} (P_1^2 - P^2) = 111/9 \frac{kA}{T X} (\psi_1 - \psi)$$

در رابطه فوق، ψ شبه فشار، Z ضریب تراکم‌پذیری، T دما، A سطح مقطع‌اند.

بنابراین با رسم ψ برحسب طول نمونه، خط راستی با شیب $\frac{q_{sc} T}{111/9 kA}$ حاصل می‌شود.

$$\psi = \psi_1 - \frac{q_{sc} T}{111/9 kA} X$$

$$m = \frac{3 \times 10^4 - 10^4}{1000} = 2 \times 10^5 \frac{\text{psi}^2}{\text{cp.ft}}$$

شیب خط را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{q_{sc} T}{111/9 kA} = 2 \times 10^5 \Rightarrow k = \frac{q_{sc} T}{111/9 \times A \times 2 \times 10^5} = \frac{10^4 \times (1000 + 460)}{111/9 \times 800 \times 2 \times 10^5} = \frac{\delta}{16} d$$

تذکر: دما بایستی برحسب $^{\circ}R$ باشد.

۵- گزینه «۳» به طور کلی رابطه دارسی در محیط‌های ناهمسانگرد، (Anisotropic) به شکل زیر است:

$$\begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} = \frac{-1}{\mu} \begin{bmatrix} k_{xx} & k_{xy} & k_{xz} \\ k_{yx} & k_{yy} & k_{yz} \\ k_{zx} & k_{zy} & k_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial \phi}{\partial x} \\ \frac{\partial \phi}{\partial y} \\ \frac{\partial \phi}{\partial z} \end{bmatrix}$$

برای مثال:

$$u_x = -\frac{k_{xx}}{\mu} \frac{\partial \phi}{\partial x} \quad \text{یا} \quad u_x = -\frac{k_{xx}}{\mu} \frac{\Delta P_x}{\Delta x} \quad ; \quad u_y = -\frac{k_{yy}}{\mu} \frac{\Delta P_y}{\Delta y}$$

$$|\nabla P| = \sqrt{\Delta P_x^2 + \Delta P_y^2} \quad ; \quad |u| = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$$

با توجه به اینکه k_{xx} تغییری نمی‌کند و تنها k_{yy} (تراوایی در راستای محور y) افزایش یافته است، بنابراین تغییری در $|\nabla P|$ و θ ایجاد نشده و تنها $|u|$ افزایش یافته و α افزایش می‌یابد. چرا که بردار سرعت در راستای y بزرگتر می‌شود، بنابراین بردار سرعت از محور x فاصله بیش‌تری می‌گیرد.

۶- گزینه «۲» با استفاده از موازنه مواد داریم:

$$GB_{gi} = (G - G_p)B_g - B_w W_p + W_e$$

G حجم گاز اولیه، G_p حجم گاز تولیدشده، W_p آب تولیدی و W_e آب ورودی‌اند.

با جایگذاری مقادیر داده‌شده در این رابطه داریم:

$$(12 \times 10^3 \times 0/9) = [(12 \times 10^3 - 3/5 \times 10^3) \times 1/2] - ((1/04 \times 100 \times 10^3) \times 10^{-3}) + W_e$$

$$\Rightarrow W_e = 600 + 104 = 704 \times 10^3 \text{ res bbl} = 704 \text{ M res bbl}$$

$$q_1 = 1/127 \frac{kA}{\mu CL} \ln[1 + C(P_1 - P_r)]$$

۷- گزینه «۲» دبی در چاه تزریقی عبارت است از:

P_1 فشار چاه تزریقی و P_r فشار چاه تولیدی، C ضریب تراکم‌پذیری هم دما و L طول نمونه‌اند.

$$q_1 = 1/127 \frac{10^{-2} \times 10^4}{(10^{-3} \times 10^3) \times (\Delta \times 10^{-6}) \times 10000} \ln[1 + (\Delta \times 10^{-6})(42000 - 40000)] = 22/53 \approx 22/4 \frac{bbl}{day}$$

$$q_2 = q_1 \exp[C(P_1 - P_r)] = 22/53 \exp[\Delta \times 10^{-6} (42000 - 40000)] = 22/55 \frac{bbl}{day} \quad (\text{تذکر } 1 \text{ cp} = 10^{-3} \text{ Pa.s})$$

۸- گزینه «۱» برای مخازن نفتی رابطه هاولنا و اوده عبارت است از:

$$F = N E_o + N m E_g + N E_{f,w} + W_e \quad ; \quad E_o = (B_o - B_{oi}) + (R_{si} - R_s) B_g$$

$$F = N_p [B_o + (R_p - R_s) B_g] + W_p B_w \quad ; \quad E_g = B_{oi} (1+m) \frac{(C_w S_{wc} + C_f) \Delta P}{1 - S_{wc}}$$

$$E_g = B_{oi} \left(\frac{B_g}{B_{gi}} - 1 \right) \quad ; \quad m = \text{نسبت کلاهک گازی به حجم نفت است.}$$

$$N = \frac{N_p B_o + B_g (G_p - N_p R_s) - G (B_g - B_{gi}) - (W_e - W_p)}{B_o - B_{oi} + (R_{si} - R_s) B_g}$$

بنابراین برای محاسبه حجم میزان نفت در جا داریم:

بنابراین اگر W_e در نظر گرفته نشود، (عبارت منفی در صورت کسر)، مقدار نفت در جا (N)، بیش‌تر از مقدار واقعی خواهد بود.

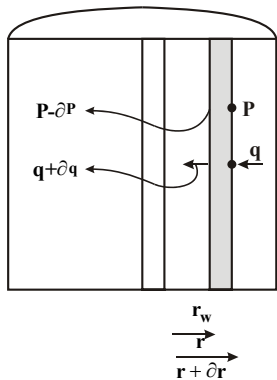
$$S_o = \left(1 - \frac{N_p}{N} \right) (1 - S_{wi}) \frac{B_o}{B_{oi}}$$

۹- گزینه «۳» برای محاسبه اشباع نفت از رابطه مقابل استفاده می‌شود:

$$\Rightarrow S_o = \left(1 - \frac{1000 \times 10^3}{10000 \times 10^3} \right) (1 - 0/3) \frac{1}{1/4} = (0/9)(0/7) \left(\frac{1}{1/4} \right) = 0/45$$

N_p مقدار نفت تولیدی و N حجم اولیه است.

۱۰- گزینه «۴» برای این حالت داریم:



$$c = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right) \Rightarrow \partial V = -c V \partial P$$

با افت فشار به اندازه ∂P ، جریان به اندازه ∂q افزایش می‌یابد.

$$V = \left(\frac{2\pi r h \phi \partial r}{\Delta / 615} \right) bbl$$

از طرفی حجم المان عبارت است از:

$$\partial V = -c \left(\frac{2\pi r h \phi \partial r}{\Delta / 615} \right) \partial P$$

با قرار دادن رابطه فوق در تعریف تراکم‌پذیری داریم

$$\text{با مشتق‌گیری از طرفین تساوی فوق نسبت به زمان و توجه به اینکه } \frac{\partial V}{\partial t} = \partial q \text{ و اینکه با افت فشار، دبی افزایش}$$

$$\text{می‌یابد (از علامت منفی صرف‌نظر می‌شود)، داریم:} \quad \partial q = c \left(\frac{2\pi r h \phi \partial r}{\Delta / 615} \right) \frac{\partial P}{\partial t} \Rightarrow \frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\Delta / 615}{c(2\pi r h \phi)} \frac{\partial q}{\partial r}$$

۱۱- «هیچ‌کدام از گزینه‌ها صحیح نیست».

با مقایسه قانون دارسی و معادله پویزل، تراوایی در لوله‌های موئین بدست می‌آید.

$$\left. \begin{aligned} \text{رابطه دارسی: } q &= \frac{kA}{\mu L} \Delta P \\ \text{معادله پویزل: } q &= \frac{\pi r^4}{8\mu L} \Delta P = \frac{A d^3}{32\mu L} \Delta P \end{aligned} \right\} \Rightarrow k = \frac{d^2}{32} [d: \text{in}]; k = 12/5 \times 10^6 r^2 [r: \text{cm}]$$

d قطر لوله موئین است.

$$q_t = q_1 = q_2 \quad , \quad \Delta P_t = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

از طرفی برای لایه‌های سری (پشت سرهم)، تراوایی متوسط عبارت است از:

$$\frac{q_t \mu L_t}{k_t A_t} = \frac{q_1 \mu L_1}{k_1 A_1} + \frac{q_2 \mu L_2}{k_2 A_2} \Rightarrow \frac{2}{k A_t} = \frac{1}{k_1 A_1} + \frac{1}{k_2 A_2} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2 \pi} \Rightarrow \bar{k} A_t = \frac{2 k_1 k_2 \pi}{4 k_2 + k_1} \frac{k_2 = d_2^2 = 4}{k_1 d_1^2} \rightarrow \bar{k} A_t = \frac{8 k_1 \pi}{17} \Rightarrow \bar{k} = \frac{32 k_1}{17 d_1^2}$$



$$k = \frac{12/5 \times 10^6}{4} \times d^2 [d : \text{cm}]$$

حال بایستی d_t^f را بیابیم. داریم:

$$\frac{12/5 \times 10^6}{4} d_t^f \times \pi \frac{d_t^f}{4} = \frac{12/5 \times 10^6}{4} d_t^f \times \pi \frac{d_t^f}{4} + \frac{12/5 \times 10^6}{4} d_t^f \times \pi \frac{d_t^f}{4} = \frac{12/5 \times 10^6}{4} \times \frac{\pi}{4} + \frac{12/5 \times 10^6}{4} \times \frac{\pi \times 4}{4}$$

بنابراین:

$$\Rightarrow \frac{32}{d_t^f} = 16 + 1 = 17 \Rightarrow d_t^f = \frac{32}{17} \Rightarrow d_t^f = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{17}} \Rightarrow \bar{k} = \frac{32k_1}{17 \times \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{17}}} = \frac{8k_1}{\sqrt{34}}$$

$$S_{V_p} = \frac{A_s}{V_p} = \frac{n(2\pi r l)}{n(\pi r^2 L)} = \frac{2}{r}$$

۱۲- گزینه «۲» نسبت سطح حفرات به حجم حفرات عبارت است از:

از طرفی داریم:

$$q = \left(\frac{n\pi r^f}{\lambda \mu} \right) \frac{\Delta P}{L} \Rightarrow k = \frac{n\pi r^f}{\lambda A} \frac{\phi = \frac{V_p}{V_b} = \frac{n\pi r^2}{A}}{\frac{A = n\pi r^2}{\phi}} \rightarrow k = \phi \frac{r^2}{\lambda}$$

$$k = \phi \left(\frac{r}{\lambda} \right)^2 \frac{1}{r} = \frac{\phi}{2S_{V_p}^2} \Rightarrow S_{V_p} = \left(\frac{\phi}{2k} \right)^{\frac{1}{2}}$$

بنابراین رابطه S_{V_p} و k عبارت است از:

$$\Rightarrow S_{V_p} = \left(\frac{0/2}{2 \times 10^{-11}} \right)^{\frac{1}{2}} = 10^5 \text{ cm}^{-1}$$

از طرفی $1 \text{ md} = 10^{-11} \text{ cm}^2$ بنابراین $1 \text{ d} = 10^{-12} \text{ m}^2 = 10^{-8} \text{ cm}^2$

۱۳- گزینه «۱» برای شرایط آزمایشگاهی و مخزن داریم:

$$J(S_w) = \left(\frac{P_c}{\sigma \cos \theta} \sqrt{\frac{k}{\phi}} \right)_{\text{lab}} = \left(\frac{P_c}{\sigma \cos \theta} \sqrt{\frac{k}{\phi}} \right)_{\text{res}} \Rightarrow \left(\frac{P_c}{\gamma \sqrt{0/25}} \right)_{\text{lab}} = \left(\frac{P_c}{36 \sqrt{0/2}} \right)_{\text{res}} \Rightarrow \frac{(P_c)_{\text{lab}}}{(P_c)_{\text{res}}} = 2 \Rightarrow P_{c_{\text{res}}} = \frac{P_{c_{\text{lab}}}}{2}$$

در روابط فوق، P_c فشار موئینگی، k تراوایی، ϕ تخلخل اند.

ناحیه انتقالی در قسمتی مشاهده می شود که اشباع آب برابر یک است، اما $P_c \neq 0$ است. در اینجا P_c در شرایط آزمایشگاهی برابر ۲۳ است. بنابراین:

$$P_{c_{\text{res}}} = \frac{23}{2} \text{ psi}$$

$$P_c = \frac{\Delta \rho h}{144} \Rightarrow h = \frac{144 P_c}{\Delta \rho} \Rightarrow h = \frac{144 \times 11/5}{(64 - 44)} = \frac{1656}{20} = 82/8 \text{ ft}$$

از طرفی ضخامت ناحیه انتقالی عبارت است از:

نزدیکترین گزینه ۷۹psi است.

۱۴- گزینه «۴» متوسط طول مسیر آزاد فاصله‌ای است که مولکول‌های گاز طی می‌کنند، قبل از اینکه به مولکول‌های دیگر یا دیواره ظرف برخورد کنند. اگر فشار به اندازه‌ای کاهش یابد که فقط یک مولکول گاز از لوله‌های موئین عبور کند، قطر حوزه (d) تقریباً برابر متوسط مسیر آزاد می‌شود.

$$\lambda = d \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \Rightarrow k = \frac{\lambda^2}{32} = \frac{(0/4 \times 10^{-6})^2}{32} = \frac{16}{32} \times 10^{-14} = 5 \text{ md} \Rightarrow k < 5 \text{ md}$$

بنابراین اگر تراوایی ۵md باشد، لغزش ایجاد می‌شود. اولین تراوایی کوچکتر از ۵ میلی‌داریسی (قطر کوچکتر)، ۴md است.

$$V_p = \frac{W_{\text{sat}} - W_{\text{dry}}}{\rho_{\text{fluid}}}$$

۱۵- گزینه «۴» برای محاسبه اشباع نفت بایستی خلل و فرج مشخص شود. (V_p)

$$V_b = \frac{W_{\text{sat}} - W_{\text{sub}}}{\rho_{\text{fluid}}} \Rightarrow \rho_{\text{fluid}} = \frac{W_{\text{sat}} - W_{\text{sub}}}{V_b} = \frac{105}{100} = 1/05 \frac{\text{gr}}{\text{cc}}$$

با توجه به اینکه ρ_{fluid} مجهول است، بنابراین به معادله دیگری نیاز داریم:

$$V_p = \frac{26/25}{1/05} = 25 \text{ cc}$$

بنابراین حجم خلل و فرج عبارت است از:

$$V_o = F V_{o_{\text{measured}}} = 1/1 \times 10 = 11 \text{ cc}$$

از طرفی حجم نفت حاصل در روش retort بایستی اصلاح شود (به دلیل پدیده Cracking, Coking)

$$S_o = \frac{V_o}{V_p} = \frac{11}{25} = 0/44 \text{ یا } 44\%$$

اشباع نفت عبارت است از:

اشباع آب نیز ۵۵ درصد است.