Ministry of high Education and Scientific Research
Southern Technical University
Technological institute of Basra
Department of Chemical Industry Techniques

الحقيبة التعليمية

فيزياء النفط الخام

المرحلة الثانية

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

وصف المقرر

1- اسم المقرر:
فيزياء النفط الخام
2- رمز المقرر:
3- الفصل / السنة:
فصلي
4- تاريخ إعداد هذا الوصف :
3/ 07/ 2025
5- أشكال الحضور المتاحة :
حضوري فقط
6- عدد الساعات الدراسية (الكلي)/ عدد الوحدات (الكلي):
75 ساعة فصليا / 2 ساعة نظري/ 3 ساعة عملي اسبوعياً
7- اسم مسؤول المقرر الدراسي (اذا اكثر من اسم يذكر)
الاسم: م.م علي كامل محسن الآيميل : ali.mohsin@stu.edu.iq
8- اهداف المقرر

الهدف العام : التعرف على النفط والصناعات النفطية من حيث التكوين والاستخراج والمعالجة. الهدف الخاص : التعرف على مشتقات النفط والغاز وكيفية الحصول عليها وعلى طرق التقييم عالميا ومواصفاتها القياسية وتركيبها الكيميائية والفيزيائية وطرق استخراج النفط وطرق تكراره.	• ..... • ..... • .....

9- استراتيجيات التعليم والتعلم
1-استراتيجية التعليم تخطيط المفهوم التعاوني. 2-استراتيجية التعليم العصف الذهني. 3-استراتيجية التعليم سلسلة الملاحظات

10-بنية المقرر

الأسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الوحدة او الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
1	2ساعات	1- معرفة النفط ومكوناته.	الفصل الاول: مقدمة تعريفية – النفط الخام.	1- القيام بتجارب مختبرية لبناء . هذا يعزز الفهم النظري ويكسب المهارات العملية	الامتحانات الأسبوعية والشهرية واليومية والتحريرية
2	2ساعات		, نظريات تكوين النفط الخام		
3	2ساعات		اهم الحقول النفطية		
4	2ساعات		الفصل الثاني: تركيب النفط الخام :	2-طلب التغذية الراجعة من المعلمين والزملاء لتحديد نقاط القوة والضعف	
5	2ساعات	2-تطوير مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات من خلال دراسة نظريات اكتشافة.	المركبات الهيدروكاربونية (البرافينات, النافثينات, الاروميات (العطرية) .		
6	2ساعات		الشوائب المذابة		
7	2ساعات		المركبات (الكبريتية, النيتروجينية والاوكسجينية, الحوامض النفثينية).	3- مراجعة المفاهيم بشكل دوري وتطبيقها في مسائل جديدة	

8	2ساعات	3-القدرة على استخدام أدوات المختبر للنفط من خلال خواصه	الماء والاملاح والرواسب.	لتعزيز الذاكرة والفهم.	وامتحان نهاية الفصل.
9	2ساعات		الفصل الثالث: تصنيف النفط الخام		
10	2ساعات		الوزن النوعي, المحتوى الكبريتي, معامل التشخيصK	4-استخدام البرامج التعليمية والتطبيقات التفاعلية لفهم المفاهيم بشكل أفضل، مكونات النفط الخام.	
11	2ساعات		الفحوصات المختبرية للنفط الخام		
12	2ساعات	4-تحليل النسب الخاصة بالوزن النوعي و اللزوجة.	(الكثافة والوزن النوعي, API, درجة التحلل , نسبة الرماد , القيمة الحرارية , الضغط البخاري)		
13	2ساعات		اسئلة واختبارات	5-تشجيع البحث الذاتي عن مواضيع جديدة في النفط واستكشاف التطورات الجديدة في تنقيب و حقول النفط.	
14	2ساعات		الفصل الرابع : طرق ازالة الماء والاملاح في المصافي		
15	2ساعات		, تأثير وجود الماء والاملاح في النفط الخام , الاستحلاب وانواعه , كاسرات الاستحلاب		

11 -تقييم المقرر	
توزيع كالتالي: 20 درجة امتحانات نظرية لمنتصف الفصل الاول. 20 درجة امتحانات عملية لمنتصف الفصل الاول 10. درجات امتحانات يومية وتقييم مستمر. 50 درجة امتحان نهاية الفصل	
12- مصادر التعلم والتدريس	
الكتب المقررة المطلوبة (المنهجية أن وجدت)	الخواص والتصنيف والتقييم للنفط ومنتجاته, الدكتور حامد ناصر بن هرهره, 2011.
المراجع الرئيسة (المصادر)	3-Petroleum Refining Technology and Economics, 4th ed, J. H. Gary, G. E. Handwerk, 2001 4- Thermal and Catalytic Processes in Petroleum Refining, Serge Raseev, 2003. 5-Petroleum Refinery Engineering, W.L. Nelson,. 4thed, 1956.
الكتب والمراجع الساندة التي يوصى بها (المجلات العلمية، التقارير....)	6-Refining Process Handbook, Surinder Parakash, 2003. 7- Drilling Well Completion,Carl Gatlin, 2006
المراجع الإلكترونية ،	كافة الكنب المتوفرة على الشبكة المتعلقة مواقع الانترنيت بالمواضيع

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـــة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية

2025

1/نظرة عامة

A / 1 الفئة المستهدفة:-

طلبــة المرحلــة الثانية
المعهـد التقنــي في البصــرة
قســم التقنيــات الصناعات الكيميائية

B/ 1 الدوافع -:

التعرف على مشتقات النفط والغاز وكيفية الحصول عليها وعلى طرق التقييم عالميا ومواصفاتها القياسية وتركيبها الكيميائية والفيزيائية وطرق استخراج النفط وطرق تكراره، ولهذا قمت بإنشاء حقيبة دراسية لتسهيل التعلم في هذا الموضوع.

C/ 1 الفكرة الرئيسة -:

1 -معرفة النفط ونظرياته

2 -معرفة مكونات النفط.

3 -معرفة تصنيف النفط.

D/ 1 الأهداف السلوكية

بعد دراسة الوحدة الأولى، سيكون الطالب قادرًا على

1 -معرفة النفط ونظرياته

2 -معرفة مكونات النفط.

3 -معرفة تصنيف النفط.

2/ الاختبارات القبلية

س/ ما هو النفط الخام؟
س/كيف يتم استخراجه؟

3/الاسبوع الأول والثاني

النفط قديم قدم الحياة ، ويبدو ان النفط سابق في قدمه الانسان ، اذ تقول بعض النظريات الحديثة ان عمر النفط يتجاوز 3 مليارات سنة في الوقت الذي لايتجاوز فيه عمر الانسان على الكرة الارضية اكثر من 3 ملايين سنة .
لقد كان النفط خلال الجزء الاكبر من تأريخه مدفونا في الصخور الرسوبية وبعيدا عن المتناول المباشر للانسان ، وكانت الاستخدامات الاولى للنفط محدودة وعابرة ، فالحضارات القديمة كلحضارة الفرعونية وحضارة وادي الرافدين والهنود الحمر ، كانت تستخدم هذه المادة السوداء واللزجة ذات الرائحة اللاذعة التي تتدفق احيانا بفعل العوامل الطبيعية الى سطح الارض في علاج بعض الامراض وتضميد بعض الجروح وطلاء
السفن .
ليست قصة النفط بحديثة العهد فقد عرف الانسان هذه المادة واستعملها للانارة في البيوت والمعابد وفي معالجة الامراض الجلدية منذ اقدم العصور.
النفط أو البترول (petroleum) كلمة ذات مقطعين مشتقة من الأصل اللاتيني (Petra) وتعني الصخر و (oleum) تعني الزيت ، وتعني الكلمة باللغة العربية زيت الصخر أو الزيت الخام (للتمييز بينه و بين زيوت الخضروات وشحوم الحيوانات) أو النفط أو البترول ، كما ان له اسم دارج هو (الذهب الأسود) .وأحيانا يسمى نافثا من اللغة الفارسية (نافث أو نافثا والتي تعني قابليته للسريان).
يطلق مصطلح بترول بصورة عامة على جميع المواد الهايدروكربونية التي تتكون بصورة طبيعية ، ولكن بالمعنى التجاري الضيق يطلق مصطلح النفط الخام على المواد السائلة ومصطلح الغاز الطبيعي على المواد الغازية ، ومصطلح البيتومين أو الإسفلت على المواد الصلبة .
تختلف الخواص الطبيعية للنفط الخام باختلاف أنواعه ، فبعض منها ثقيل ولزج وبعضها الآخر خفيف ورائق وله رائحة خاصة ولونه عادة اسود يميل إلى الخضرة ،ولكن لون بعض أنواعه بني أو اصفر داكن .

كما تختلف درجة الوزن النوعي للنفط من خام إلى آخر وتختلف نسبة الكبريت الذي يحويه، ومنه مايحتوي على غاز كبريتيد الهيدروجين ويسمى زيتا مرا.
ومنه ما لايحتوي على هذا الغاز ويسمى زيتا حلوا.

يعرف النفط الخام انه خليط معقد اتحد فيه الهيدروجين مع الكاربون بطرق مختلفة لتكوين مركبات عديدة وهو سائل مائل للاحمرار قهوائي او أسود أو كانه مائل للأخضرار وانه ذو رائحة غير مستحبة.

هذا وقد عرفت الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد(ASTM)
American Society Of Testing Materials النفط الخام بانه خليط متكون طبيعي يحتوي بشكل رئيسي على هيدروكربونات تتواجد معها مركبات كبريتية و أوكسجينية و نتروجينيه ويخرج الى سطح الأرض كسائل تصاحبه كميات معينة من الماء ومركبات غير عضوية والغاز وعند أزاله هذه المركبات فانها لا تؤثر على حالة الخليط النفطي ان هذا الخليط الهيدروكربوني يكون وزنه النوعي(0,73 –1,02)وان معظم النفط تكون بين (0,8 – 0,95) ولزوجته تتراوح بين (0,007–13) ستوك في درجة 37,5 م بالرغم من ان معظمها تكون بحدود (0,023 -0,23) ستوك.

1. الخصائص الرئيسية للنفط الخام:
2. الكثافة :(Density) تتراوح بين الخفيف إلى الثقيل.
3. اللزوجة :(Viscosity) تختلف بحسب كمية المواد الثقيلة.
4. اللون :يتدرج من البني الفاتح إلى الأسود.
5. الرائحة :مميزة وتعود إلى الكبريت والمركبات العضوية.

اصل النفط الخام

يتواجد النفط الخام في مكامن صخرية يتراوح عمرها من عشرة من ملايين السنين بعد ان مر بمراحل العديدة قبل الوصول الى صورته الحالية عندما وجدا الانسان النفط بالمصادفة لم يكن يعرف شي يذكر عن كيفية تكوينه ولكن ما ان تعددت الاكتشافات النفطية وحفرت لها الآبار وأمكن دراسة طبيعية الطبقات الأرضية التي يخرج منها النفط دراسة عملية دقيقة حتى استطاع الباحثون ان يتعرفوا شي فشي على كيفية تكوين النفط في باطن الأرض ان هناك نظريات عديدة في هذا المجال فمن هذه النظريات

1-النظرية الحيوانية

ترجع هذه النفط الخام الى أصل الحيواني على أساس ان الحيوانات البحرية المجهرية التي انطمرت في أزمنه سحيقة في القدم قد تحولت بفعل الضغط والحرارة تدريجيا الى سوائل نفطية.

2-النظرية النباتية

ترجع هذه النظرية النفط الخام الى الأصل النباتي على أساس ان بقايا النباتات المطمورة بمرور الزمن هي التي تحولت الى النفط الخام بنفس الطريقة السابقة

3-النظرية المعدنية

تعزى هذه النظرية تكون النفط الخام الى تفاعلات كيمياوية حدثت بين الماء وبعض كاربيدات المعادن.

غير ان الدراسات الحديثة تشير الى ان النفط تكونه نتيجة لتحلل بعض الكائنات الحية النباتية والحيوانية التي كانت تعيش منذ ملايين السنين في البحار القديمة وعندما تموت هذه الكائنات وتسقط في القاع وتدفن وتغطيها الأتربة والرماد وتقوم البكتريا بتحول الدهون الموجودة في هذه الأحياء الى أحماض شحمية والتي تحولت هي الأخرى بطريقة غير معروفة تمام الى مادة أسفلتيه تدعى بالكيروجينKerogen وبسبب تعرض مادة الكيروجين الى الضغط والحرارة لفترة لملايين من السنين حدثت تفاعلات وتكسرات في هذه المادة محوله اياها الى نفط خام والغاز الطبيعي.

أسئلة الاختبارات البعدية

السؤال 1:

ما العمر التقديري للنفط بحسب بعض النظريات الحديثة؟

أ) 300 مليون سنة ب) 3 ملايين سنة ج) 3 مليارات سنة د) 30 مليون سنة

الإجابة النموذجية: ☑ ج) 3 مليارات سنة

السؤال 2:

تعود أقدم استخدامات النفط إلى:

أ) العصور الوسطى ب) الثورة الصناعية

ج) الحضارات القديمة مثل الفراعنة وبلاد الرافدين د) القرن العشرين

الإجابة النموذجية: ☑ ج) الحضارات القديمة مثل الفراعنة وبلاد الرافدين

السؤال 3:المصطلح "Petroleum" يعني:

أ) الوقود السائل ب) زيت الخضروات ج) زيت الصخر د) الذهب الأسود

الإجابة النموذجية: ✅ ج) زيت الصخر

السؤال 4:

ما الخاصية التي تجعل بعض أنواع النفط تُسمى "زيتًا مرًا"؟

أ) لونه الداكن ب) احتواؤه على الغاز الطبيعي

ج) احتواؤه على كبريتيد الهيدروجين د) لزوجته العالية

الإجابة النموذجية: ✅ ج) احتواؤه على كبريتيد الهيدروجين

السؤال 5:

ما الاسم الذي يُطلق على المادة الأسفلتية التي تُعتبر مرحلة وسيطة في تكوّن النفط؟

أ) نافتثا ب) بيتومين ج) كيروجين د) إسفلت

الإجابة النموذجية: ✅ ج) كيروجين(Kerogen)

✅القسم الثاني: أسئلة صح / خطأ

السؤال 6:

النفط الخام هو خليط طبيعي يتكوّن فقط من الهيدروجين والكربون.

✅خطأ – يحتوي أيضًا على مركبات كبريتية وأوكسجينية ونتروجينية.

السؤال 7:

النفط الخام قد يكون لونه بني فاتح أو أسود أو مائل إلى الأخضر.

✅صحيح

السؤال 8:

جميع أنواع النفط تحتوي على كبريتيد الهيدروجين.

✅خطأ – هناك زيت حلو لا يحتوي على هذا الغاز.

السؤال 9:

اللزوجة تعتمد على نسبة المواد الثقيلة في النفط.

☑ صحيح

السؤال 10:

النظرية المعدنية هي الأكثر قبولًا حاليًا لتفسير أصل النفط.

☑ خطأ – النظرية الحديثة الحيوية (الكائنات الحية) هي الأكثر قبولًا.

☑ القسم الثالث: أجب عن الأسئلة التالية

السؤال 11:

ما الفرق بين النفط الخفيف والنفط الثقيل؟

الإجابة النموذجية:

النفط الخفيف يتميز بكثافة منخفضة ولزوجة منخفضة، ويسهل تكريره، بينما النفط الثقيل أكثر لزوجة وكثافة ويحتوي على مركبات ثقيلة ويصعب تكريره.

السؤال 12:

اذكر اثنين من استخدامات النفط في الحضارات القديمة.

الإجابة النموذجية:

1-علاج بعض الأمراض الجلدية . 2-طلاء السفن. 3-الإضاءة في البيوت والمعابد.

السؤال 13:

اذكر ثلاث خصائص فيزيائية رئيسية للنفط الخام.

الإجابة النموذجية:

1-الكثافة 2-اللزوجة 3-اللون 4-الرائحة.

السؤال 14:

ما هي العوامل التي تؤثر على تكوّن النفط من الكيروجين؟

الإجابة النموذجية:

الضغط، الحرارة، والبكتريا اللاهوائية على مدى ملايين السنين.

السؤال 15:

لماذا يُطلق على النفط اسم "الذهب الأسود"؟

الإجابة النموذجية:

لأنه مادة ذات قيمة اقتصادية عالية ولونه داكن، وهو مصدر رئيسي للطاقة والاقتصاد في كثير من الدول.

واجبات منزلية:-

1 .عرف النفط الخام تعريفًا علميًا دقيقًا.

2 .ما أصل كلمة"Petroleum" ؟ وما معناها في اللغة العربية؟

3.اذكر ثلاث حضارات قديمة استخدمت النفط، وبين استخدامًا واحدًا لكل منها.

4.عدد ثلاث خصائص فيزيائية مهمة للنفط الخام.

5.ما الفرق بين "زيت مر" و"زيت حلو"؟

6.فسر لماذا يُطلق على النفط اسم "الذهب الأسود."

7.قارن بين النظرية الحيوانية والنظرية النباتية لتكوين النفط. ما أوجه التشابه والاختلاف؟

8.كيف تؤثر نسبة الكبريت في النفط على قيمته الاقتصادية واستخدامه الصناعي؟

9.إذا عُثر على نفط وزنه النوعي 0.78، فهل يُعد هذا نفطًا خفيفًا أم ثقيلًا؟ وضّح السبب.

10.إذا كانت لزوجة النفط 0.025 ستوك، فهل هذه القيمة تعتبر منخفضة أم مرتفعة؟ وما دلالتها؟

11.قم برسم جدول يقارن بين ثلاثة أنواع من النفط الخام حسب (الكثافة – اللزوجة – اللون – نسبة الكبريت).

12 .اكتب فقرة من 8–10 أسطر تشرح فيها كيف ساهمت الاكتشافات الحديثة في فهم أصل النفط وتكوينه .

13. ابحث عن أشهر حقول النفط في العالم (مثل حقل الغوار، حقل الرميلة، حقل برقان)، وبيّن خصائص النفط في واحد منها من حيث الكثافة واللزوجة ونسبة الكبريت.

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

4/ الاسبوع الثالث :-

كيفيه تكوين حقول النفط:
اذا صادفت قطرات النفط المهاجرة عائقاً من اي نوع يحول دون استمرار هجرتها فان القطرات تتراكم وتتجمع بجوار هذا العائق او المصيدة وعندئذ يتكون حقول النفط.
مصائد النفط: تكون مصائد النفط التي يتجمع فيها النفط على نوعين:-
1-النوع الاول يتكون من الكسور والالتواءات التي تحدث نتيجة للحركات الأرضية.
2-النوع الثاني يتكون نتيجة التغيرات الطبيعية التي تحدث في الطبقات المسامية كالرمال فتتحول الى طبقات غير مسامية
اين تتكون حقول النفط
من حيث الخبرة في صناعة النفط فأن حقول النفط لا توجد حيثما أتفق بل يقتصر وجودها على المناطق التي كانت تغطيها البحار العميقة وتتكون فيها طبقات الصخور الرسوبية وتسمى بأحواض الصخور الرسوبية ولاتتكون حقول النفط في كافة ارجاء مناطق الصخور ولكن في بعض أجزائها فقط التي يتولد فيها النفط وتسمى بأحواض النفط ويتجمع النفط عادة بجوار هذه الأحواض وتمتد مناطق الصخور الرسوبية امتداداً شاسعاً في العالم وفي هذه المناطق تنتشر احواض النفط واهمها احواض النفط في الولايات المتحدة الامريكية وأمريكيا الجنوبية وجبال اليورال وبحر قزوين والخليج العربي وشمال أفريقيا.
حوض النفط:- هو عبارة عن منطقة تتراوح مساحتها من بضعه الأف الى مائة الف كيلومتراو اكثر يتركز فيها العديد من حقول النفط ومن أهمها انتاجا في الوقت الحاضر حوض الخليج العربي الذي يمتد من الخليج العربي جنوباً الى حدود تركيا شمالًا ويبلغ طوله اكثر من2200كيلومتر وعرضه مابين(400- 200) كم ويضم أغنى حقول النفط في العراق والسعودية وقطر والبحرين وأبوظبي والكويت و أيران .
التنقيب عن النفط واستكشافه
اول ما يلتفت اليه خبراء التنقيب عن النفط في المناطق هو بعض الملامح الجيولوجية التي لها دلالات مشجعة فهم يبحثون عما يسمى بالصخور الرسوبية وفي هذه الصخور الرسوبية بقايا ملايين لا تحصى من النباتات والمخلوقات الصغيرة التي عاشت وماتت في البحر تلك البقايا هي المادة العضوية التي تحولت في
النهاية الى نفط وهذه المادة العضوية ليست الا نسبة ضئيلة من الصخور الرسوبية لاتتعدى 2% على ان اذا وجد من هذه الصخور كيلومتر مكعب واحد فان 2 % منه اذا حول الى نفط بلغه (1,7) مليون طن بعد ذلك يتم البحث عن مصائد النفط وتعيين مواقعها وحدودها ومن ثم اختيار المصائد المناسبة لحفر أبار النفط الاستكشافية وذلك لانهل يش من الضروري ان تحتوي كل مصيدة على نفط ويتم ذلك من خلال أجراء الدراسات من الجو برسم الخرائط جوية ومن ثم أجراء دراسات من الارض وذلك باختيار المناطق التي

يحتمل وجود نفط فيها وذلك بالاستعانة بخرائط الموضوعة على اساس الصور الجوية من خلال اجراء الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتضمنة:-

1-قياس الجاذبية -2 قياس المغناطيسية -3 المسح الزلزالي

ان جميع ما تقدم من اعمال التنقيب لا تعدو نتائجها في النهاية ان تكون تقييماً لإمكانية العثور على نفط. اما الخطوة الأخيرة في التنقيب هو حفر بئر تجريبية فهي السبيل الوحيد للتأكد من وجود للنفط من عدمه في منطقة التنقيب.

حفر ابار النفط

ان الأسلوب الفني المستعمل حالياً في حفر ابار النفط هو الحفر الدوراني الرحوي (Drilling Rotar)وهو سهل للغاية من حيث المبدأ وهو يشبه الى حد بعيد استعمال المثقب اليدوي الذي يستعمل لأحداث ثقب في قطعة الخشب

يتكون جهاز الحفر الدوراني من عمود الحفر الذي يتكون من مجموعة من الأنابيب المترابطة مع بعضها ويدلى هذا العمود من برج الحفر ويدور بوساطة قاعدة دائرية تدور بالطاقة الكهربائية وينتهي عمود الحفر بالدقاقBit الذي يثبت في نهايته يبدا الحفر بتدلي عمود الحفر وتركيزه بثقله فوق الصخور وادارته بتحريك القاعدة الدائرية فيفتت دقائق الصخور ويخترقها محدثاً الحفرة في الأرض ويسير الطين سائل الحفر في عمود الحفر و يخرج من خلال الدقائق حاملا معه فتات الصخر بعد اختلاطه بهِ ليخرج من الفراغ الخلفي بين عمود الحفر وجدار البئر وعند السطح يتم فصل فتات الصخر عن الطين الذي يعاد ضخه في البئر وهكذا وتتميز طريقة الحفر بالدوران بسرعة حفر الآبار وتفادي اندفاع السوائل من الأعماق والوصول الى اعماق اكبر و تعد حاليا من اكثر الطرق استعمالا

انتاج النفط

اذا تم الكشف في بقعة من الأرض عن النفط وبدأ ان بالإمكان انتاجه بكميات تجارية فقط جاز القول ان جهود الجيوفيزيائيين والجيولوجيين بالتنقيب قد تكللت بالنجاح.

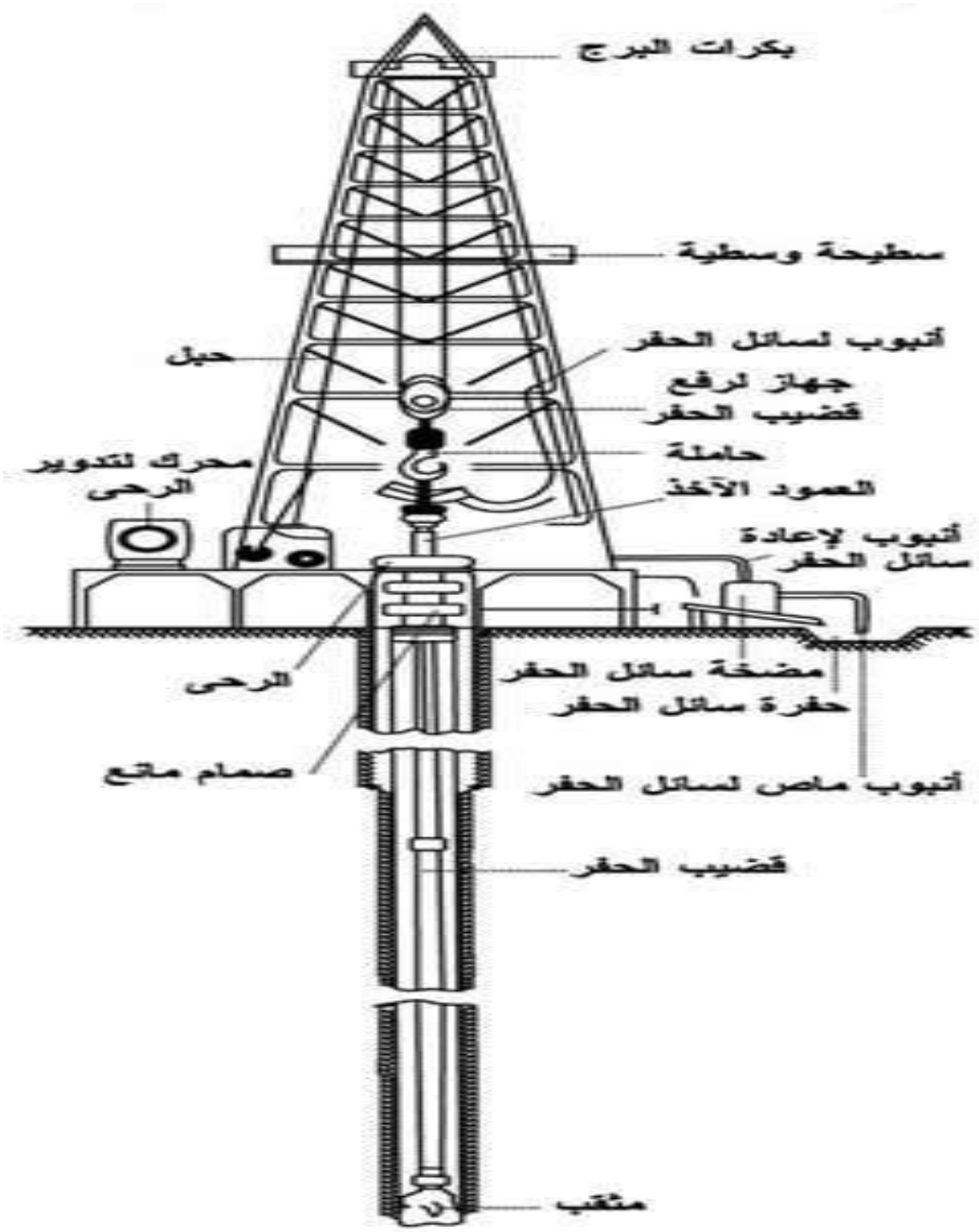
والطريقة التي تتبع في أخراج النفط الى سطح الأرض ثم العانية بيه بعد ذلك تتوقف الى حد بعيد على نوع هذا النفط وخصائصه وتختلف انواع النفط الخام وتتباين فمنها نفط شديد اللزوجة ثقيل الوزن كانه القار خالي من الغاز او يكاد يخلو الا من القليل قد ذابه فيه تحت ضغط منخفض .

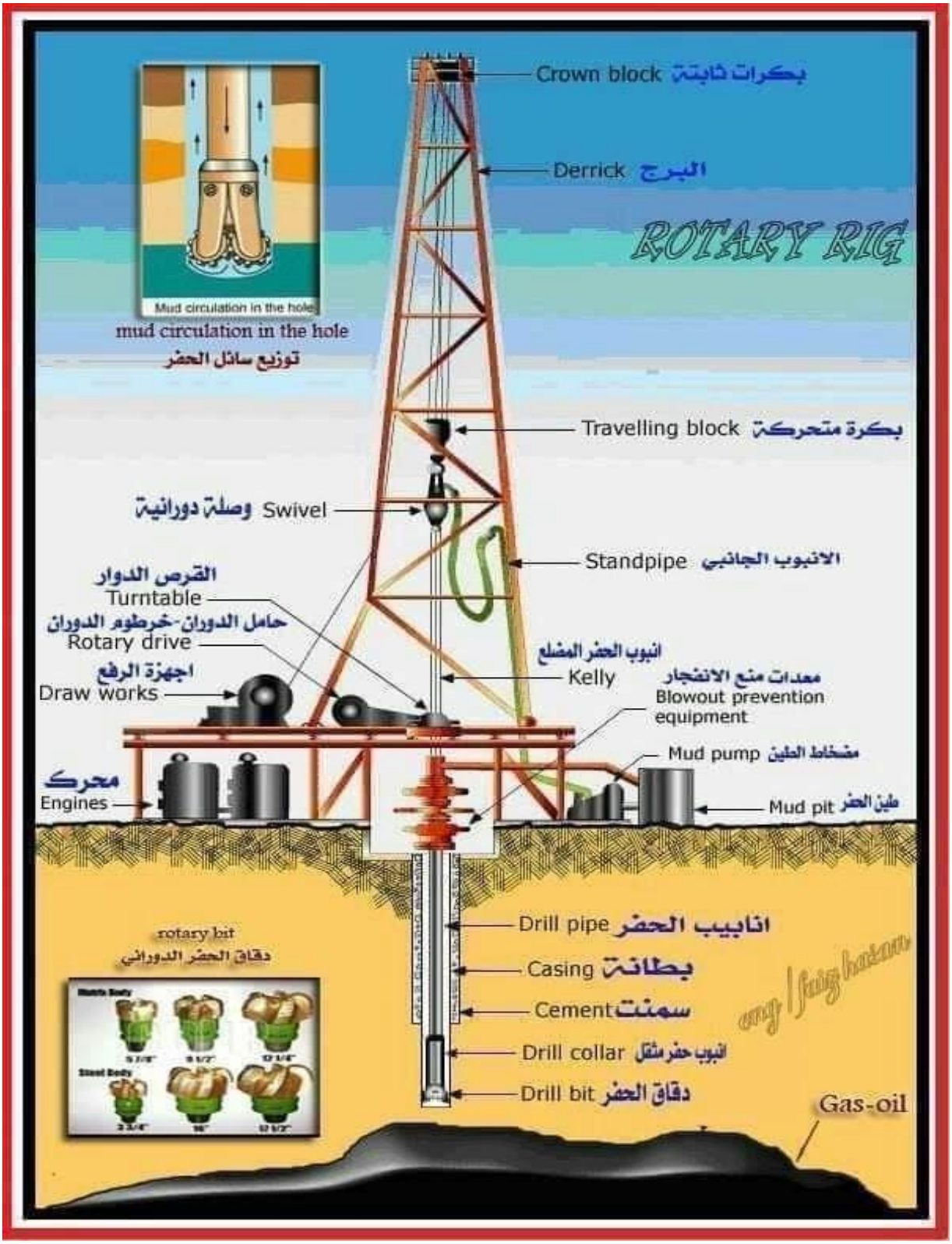
ومنها نفط خفيف الوزن له لون السنابل وفيه الكثير من الغاز الذائب وهذا ما يعرف مكثف الغاز وبين هذا وذاك عدد كبير من انواع النفط الخام المختلفه ولكي نعرف اي الطرق أصلحها في انتاج النفط يجب اختباره ومعرفه خصائصه الطبيعية.

اما النفط الذي يصعد الى سطح الأرض عند الإنتاج فانما يستخرج من مستقره داخل مسام الصخور الجوفية ولهذه العمليه طرق متعددة مختلف تبعا لنوع وطاقته الكامنه.

وهذه الطاقه بدورها تختلف تبعا لدرجات الضغط المبدأيه في مكمن النفط الخام ونسبة ما في النفط من غازذائب وكثير ماتكون لنفط الخام طاقه كامنة تكفي لاندفاعه من البئر بمقادير وافرة بيلى حاجة الى استدراره بوسيلة تصطنع وقد يستمر هذا التدفق الطبيعي الى سنين عديده كما هو الحال في كثير من الحقول في الشرق الأوسط او ياخذ الضغط داخل المكمن بالأنخفاض حتا يبلغ حدا ينقط النفط بيه تلقائيا عن التدفق فاذا كان الضغط غير كافي لأيصال النفط الى سطح الأرض يمكن مساعدته باساليب صناعيه.

والتدفق الاصطناعي قد يمكن احداثه باستخدام المضخات ومن وسائله الإصعاد بالغاز وهو ان يحقن الغاز في ضغط مرتفع بما فيه الكفاية على اعماق متفاوتة من البئر دون الارتفاع الذي يقف عنده النفط فيتناقص ثقل عمود النفط بفعل فقاعات الغاز التي تتخلله ويتدفق من البير بنفسه واذا ما استخرج النفط الى سطح الأرض كانت الخطوة هي الفصل مابين الاثنين ونقل النفط الى المصفى لتكريره وتصنيعه.




ROTARY RIG
Crown block بكرات ثابتة
Derrick البرج
Mud circulation in the hole
mud circulation in the hole
توزيع سائل الحفر
Travelling block بكرة متحركة
وصلة دورانية Swivel
Standpipe الانبوب الجانبي
القرص الدوار
Turntable
حامل الدوران-خرطوم الدوران
Rotary drive
انبوب الحفر المضلع
Kelly
اجهزة الرفع
Draw works
معدات منع الانفجار
Blowout prevention equipment
Mud pump مضخات الطين
محرك
Engines
Mud pit طين الحفر
rotary bit
دقاق الحفر الدوراني
انابيب الحفر Drill pipe
بطانة Casing
سمنت Cement
انبوب حفر مثقل Drill collar
دقاق الحفر Drill bit
Gas-oil

اختبارات بعدية

1- ما السبب الرئيسي في تكوين حقول النفط؟

أ) تحلل النباتات الحديثة

ب) اصطدام الصفائح الأرضية

ج) توقف هجرة قطرات النفط بسبب وجود مصيدة

د) تسرب النفط إلى سطح الأرض

✅ الإجابة: ج) توقف هجرة قطرات النفط بسبب وجود مصيدة.

2-المصائد النفطية الناتجة عن الحركات الأرضية تعرف بأنها:

أ) مصائد جيولوجية كيميائية ب) مصائد طبقية ج) مصائد تركيبية د) مصائد رسوبية

✅ الإجابة: ج) مصائد تركيبية

3- من الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة في التنقيب عن النفط:

أ) الحفر بالمثقب اليدوي ب) المسح الزلزالي ج) التحليل الضوئي د) تحليل النبات

✅ الإجابة: ب) المسح الزلزالي

4- حوض الخليج العربي يمتد من:

أ) اليمن إلى أفغانستان ب) الخليج إلى تركيا ج) إيران إلى الهند د) قطر إلى مصر

✅ الإجابة: ب) الخليج إلى تركيا

5-أي نوع من النفط يتطلب وسائل اصطناعية لاستخراجه بسبب لزوجته العالية؟

أ) النفط الخفيف ب) النفط المصاحب ج) النفط الثقيل د) النفط المتكاثف

✅ الإجابة: ج) النفط الثقيل

6-حفر البئر الاستكشافي هو المرحلة الأولى في عملية التنقيب.

❌ خطأ – المرحلة الأولى هي دراسة الملامح الجيولوجية ورسم الخرائط.

7-تدفق النفط من البئر دائمًا ما يكون طبيعيًا دون الحاجة إلى وسائل صناعية.

❌ خطأ – في بعض الحالات يحتاج النفط إلى وسائل مثل المضخات أو حقن الغاز.

8- الحفر الدوراني هو الطريقة الأكثر استخدامًا لحفر آبار النفط حاليًا.

✅ صحيح

9-المادة العضوية التي تحولت إلى نفط تُشكل 20% من الصخور الرسوبية.

❌ خطأ – تشكل فقط حوالي 2.%

10-الغاز المستخدم في رفع النفط يسمى "غاز الإصعاد."

✅ صحيح

11- ما هي المصيدة النفطية؟ واذكر نوعين منها.

✅ الإجابة النموذجية:

المصيدة النفطية هي موقع في باطن الأرض يمنع استمرار هجرة النفط، مما يؤدي إلى تجمعه.

النوعان:

مصائد تركيبية (ناتجة عن الكسور والالتواءات)

مصائد طبقية (ناتجة عن تغير النفاذية) .

12- اذكر ثلاث مناطق تحتوي على أهم أحواض النفط في العالم.

✅ الإجابة النموذجية:

1-الخليج العربي 2-بحر قزوين 3- أمريكا الجنوبية (فنزويلا والبرازيل)

13-ما أهمية المسح الزلزالي في التنقيب عن النفط؟

✅ الإجابة النموذجية:

يساعد في تحديد الطبقات الجيولوجية تحت سطح الأرض، وتحديد مواقع المصائد المحتملة لوجود النفط بدقة عالية.

14-اشرح بإيجاز كيف يعمل الحفر الدوراني؟

✅ الإجابة النموذجية:

يُستخدم عمود حفر ينتهي بـ"دقاق"، يدور بقوة كهربائية ليخترق الصخور، ويُضخ طين الحفر ليحمل فتات الصخور إلى السطح.

15. ما الفرق بين تدفق النفط الطبيعي والإصعاد بالغاز؟

✅ الإجابة النموذجية:

التدفق الطبيعي: يحدث نتيجة الضغط الطبيعي في المكمن.

الإصعاد بالغاز: يتم حقن الغاز داخل البئر لتقليل كثافة النفط ودفعه للأعلى عندما ينخفض الضغط الطبيعي

واجبات منزلية:-

1. كيف تتكوّن حقول النفط؟ وضّح العلاقة بين الهجرة والتراكم.
2. ما الفرق بين المصائد النفطية الناتجة عن الحركات الأرضية والمصائد الناتجة عن التغيرات في الطبقات المسامية؟
3. اذكر 5 مناطق أو أحواض رسوبية شهيرة تحتوي على حقول نفطية ضخمة.
4. عرّف "حوض النفط" واذكر أهم حوض نفطي في العالم حاليًا مع الدول التي يقع فيها.
5. ما دور الصخور الرسوبية في نشوء النفط، ولماذا لا يوجد في الصخور النارية؟
6. افترض أنك جيولوجي يعمل في شركة تنقيب، كيف تبدأ عملية استكشاف النفط في منطقة جديدة؟ اذكر الخطوات باختصار.
7. لماذا تعتبر "البئر الاستكشافية" أهم مرحلة في عمليات التنقيب؟
8. اشرح مبدأ عمل الحفر الدوراني الرحوي، وبيّن سبب كفاءته مقارنة بالطرق الأخرى.
9. قارن بين التدفق الطبيعي والتدفق الاصطناعي في آبار النفط من حيث الأسباب والوسائل.
10. كيف تساعد فقاعات الغاز المحقونة على استخراج النفط في طريقة "الإصعاد بالغاز"؟
11. أعطِ أمثلة على أنواع النفط من حيث:

أ) الكثافة واللزوجة ب) محتوى الغاز ج) اللون

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية

2025

5/الاسبوع الرابع والخامس

التركيب الكيمياوي للنفط

التركيب الكيمياوي للنفط الخام تتكون النفوط الخام ومنتجات التكرير المصنعه منها اساس من مخاليط غير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكاربونية ذات تراكيب جزئية مختلفة وكذألك يحتوي النفط الخام بعض منتجات التكرير قبل تنقيتها تنقية نهائية- بعض الشوائب العضوية وغير العضوية الأخرى وهي موجوده معها اما طبيعيا قبل استخراج النفط من باطن الأرض او عن طريق الامتزاج بها اثناء عمليات النقل او التخزين ان الاختلاف في التركيب الكيميائي لهيدرو كاربونات ليس متساوي او متجانس وانما يختلف من حقل الى اخر بل في بعض الأحيان يختلف من بئر الى اخر في نفس الحقل عند تحليل النفط الى العناصر المكونة له نحصل على النسب الاتية

المركب	النسب المئوية
الكاربون	86.8 – 83.9
الهيدروجين	14.0 – 11.4
الكبريت	8.0 – 0.06
النتروجين	1.7 – 0.11
الأوكسجين	0.5
عناصر اخرى Ni v, Fc	0.03

المركبات العضوية الهيدروكربونية : تتكون المركبات العضوية الهيدروكاربونية من تشكيلات مختلفة من ذرات الكاربون وذرات الهيدروجين بدون وجود ذرات اخرى (الكبريت او النتروجين او الأوكسجين) في هذه التشكيلات ويمكن تقسيم هذه التشكيلات الى اقسام هي

1- المركبات الهيدروكاربونات البرافينية : وهي عبارة عن سلاسل كاملة الاستقامة (البرافينات الأعتيادية) n-Paraffin's او متشعبة ISO-Paraffin من اعداد متنوعة من ذرات والهايدروجين وتكون صيغة هذه المركبات(C_nH_{2n+2}) حيث n تمثل عدد ذرات الكاربون

والهيدروكربونات البرافينية تمثل مكونات النفط الرئيسية وهي تتدرج باحتوائها على ذرات كاربون من C_1 الميثان الى C_{60} او اكثر وبعبارة اخرى فان اوزانها الجزيئية من 16 الى 850 او اكثر.

وتبدا هذه المجموعه بغاز الميثان المحتوي على ذرة كاربون واحده فقط ثم غاز الايثان الاكثر كثافه المتكون من ذرتي كاربون وهكذا..

اسم المركب	التركيب الكيمياوي	درجة الغليان م°
غاز الميثان	CH_4	161
غاز الأيثان	C_2H_6	88
غاز البروبان	C_3H_8	44
غاز البيوتان	C_4H_{10}	0,5

هذه الغازات جميعها تدخل في تركيب الغازات الطبيعية المصاحبة وعنما يصل عدد ذرات الكاربون الى C_5 تكون الهايدروكاربونات البرافينية على شكل سائل متطاير اذ ان درجة غليانها تكون اكبر من درجة الحرارة العادية

2- الهايدروكاربونات النفثينية (الحلقية) تختلف هذه المجموعة عن الهيدروكاربونات البرافينية بأنها تتكون من حلقة مقفلة او اكثر من ذرات الكاربون المشبعة ويمكن ان تتضمن جزيئاتها مع هذه الحلقات سلاسل مستقيمة او مشبعة واول مركبات هذه المجموعة هو غاز البروبان الحلقي Cyclo-Propane كما ان منها السائل الخفيف المسمى الهكسان الحلقي Cyclo-Hexane ويمكن ان تزداد الكاربون في هذه المركبات بحيث تتكون مواد خفيفة التطاير او ضعيفة التطاير او حتى مواد شبه صلبة او صلبة وتكون الصيغة العامة لهذه المركبات CnH2n وبين الجدول الأتي التركيب الجزيئي لبعض المركبات الحلقية:-

اسم المركب	التركيب الكيمياوي
البروبان الحلقي	C_3H_6
البيوتان الحلقي	C_4H_8
البنتان الحلقي	C_5H_{10}
الهكسان الحلقي	C_6H_{12}

المركبات العضوية غير الهيدروكربونية : توجد في جميع انواع النفوط بالأضافة الى الهايدروكاربونات مركبات تحتوي على ذرات اخرى غير ذرات الكاربون مثل الكبريت والأوكسجين والنتروجين وتعتمد نسبة هذه العناصر على عمر ومنشأ النفط ومن اهم هذه المركبات

3- الهايدروكاربونات الأروماتية (العطرية) تتكون هذه المركبات من حلقة او اكثر من ذرات الكاربون غير المشبعة وتكون صيغتها (CnH2n-6) واهم مركبات هذا النوع موضحة في الجدول الاتي :-

اسم المركب	صيغته الكيمياوية
البنزين	C_6H_6
التلوين	C_7H_8
الزايلين	C_8H_{11}
النفثالين	$C_{10}H_8$

المركبات الكبريت العضوية

الكبريت يشكل نسبة في النفط تتراوح من 0,02% - 7 % (وزناً) حيث يعد القسم الأعظم من الأحتياطي العالمي للنفط في الوقت الحاضر من النوع الكبريتي وتتطلب معالجة هذين النوعين وكذلك استخدام منتجاتها النفطية كوقود نفقات اضافية ان ارتفاع نسبة الكبريت في الكازولين من 0,033% الى 0.15 % نسبة وزنية يزيد استهلاك الوقود بمقدار 12 % كما يجعل عدد التصليحات الأساسية للمحركات يزداد مرتين والتصليحات الخفيفة 1 ,2 مرة

وان خسارة مماثلة تنجم عن استخدام وقود كبريتي في محركات الديزل وكذلك فان استعمال الوقود الحاوي على الكبريت يلحق اضراراً كبيرة بالبيئة والوسط المحيط بنا فضلاً عن الرائحة الكريهة التي تسببها مركبات الكبريت وتأثيرها على العوامل المساعدة خلال العمليات النفطية

ان تركيز الكبريت في النفط الخام يختلف من خام الى اخر ويسمى النفط المحتوى على H2S ذائب بالخام الحامض فالنفط الخام الحامض هو الذي يحتوي على اكثر من (1 *-1^{-3})م3 من غاز H_2S المذاب في كل 0,378 م^3 من النفط وقد لوحظ بانه كلما زادت كثافة النفط كلما زاد محتوه من المركبات الكبريتية

مركبات النيتروجين العضوية : يحتوي النفط الخام على مركبات نتروجينية وهي عادة نسبتها قليلة وهي مركبات غير مرغوبة في المشتقات النفطية وذلك لتسببها مشاكل عديدة منها عدم ثباتية اللون خاصة في المنتجات البيضاء نتيجة لتأكسدها بوساطة الأوكسجين الجوي كما ان هذه المركبات تساعد على تكوين الرواسب و الأصماغ في منتجات النفط

مركبات الأوكسجين العضوية :تتمركز هذه المركبات في المشتقات العالية الغليان ابتداءً من قطفة الكيروسين وبعض الأبحاث تبين ان نسبة العظمى من الأوكسجين اكثر من 90% توجد في الراتنجات والاسفلتينات وتعد مركبات الاوكسجين العضوية شوائب غير مرغوب فيها في النفط او مشتقاته الحامضية اذا لم يتم معالجة هذه المركبات فأنها تؤدي الى تغيير لون المنتجات وثم تكوين نسب عالية من الأصماغ والرواسب اثناء فترة الخزن والنقل اضافة الى اثرها الحامضي

المركبات الحاوية على المعادن : لا تقتصر الشوائب العضوية الموجودة في النفط على مركبات الكبريت والنتروجين والأوكسجين بل توجد احيانا مركبات عضوية تحتوي على بعض المعادن بنسب مرتفعة في بعض النفط تصل احياناً الى اكثر من الف جزء في المليون واهم هذه المعادن هي الفناديوم والنيكل الحديد والكالسيوم والصوديوم وهذه المعادن لها اضرار في بعض عمليات التكرير كما ان بعض المعادن كالنيكل والحديد تعطل النشاط لبعض العوامل المساعدة المستخدمة في بعض عمليات التكسير الهيدروجيني.

اختبارات بعدية

أي من العناصر التالية يشكل النسبة الأكبر في تكوين النفط الخام؟

أ. الكبريت ب. الهيدروجين ج. الكربون ✓ د. الأوكسجين

2.ما الصيغة العامة للمركبات البرافينية؟

أ.CnH2n-6 ب. CnH2n+2 ✓ ج. CnH2n د.CnH2n-2

.3يسمى النفط الذي يحتوي على كميات كبيرة من كبريتيد الهيدروجين بـ:

أ. النفط الحلو

ب. النفط الخفيف

ج. النفط العطري

د. النفط الحامضي ✓

4.من المركبات الأروماتية الآتية، أيها يحتوي على أكبر عدد من ذرات الكربون؟

أ. البنزين

ب. التولوين

ج. النفثالين ✓

د. الزايلين

.5ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود يؤدي إلى:

أ. زيادة كفاءة الاحتراق

ب. تقليل الانبعاثات الضارة

ج. زيادة استهلاك الوقود ✓

د. تثبيت اللون في المنتجات النفطية

6.النسبة المئوية للكربون في النفط الخام تتراوح بين ✗ .(70% - 50%)

التصحيح: النسبة الحقيقية تتراوح بين 83.9% – 86.8%

7.المركبات النيتروجينية في النفط تساعد في تثبيت اللون في المشتقات النفطية ✗ .

التصحيح: تسبب عدم ثباتية اللون وتكوين الرواسب.

8. الهيدروكربونات النفثينية تحتوي على حلقات كربونية مشبعة ✓ .

9 .المركبات الكبريتية تعتبر غير ضارة على البيئة ✗ .

التصحيح: تسبب أضرارًا بيئية كبيرة ورائحة كريهة.

10.المركبات الأروماتية تحتوي على حلقات كربونية غير مشبعة ✓ .

11. تبدأ سلسلة البرافينات من الغاز _____ الذي يحتوي على ذرة كربون واحدة.

الإجابة: الميثان

12 .تزداد نسبة الكبريت في النفط كلما زادت._____

الإجابة: الكثافة

13.المركبات الحاوية على المعادن مثل ____ و____ قد تصل نسبها إلى آلاف جزء في المليون.

الإجابة: النيكل، الفناديوم

14.الصيغة العامة للهيدروكربونات النفثينية هي._____

الإجابةCnH2n :

15. المركب العطري C7H8 يعرف باسم._____

الإجابة: التولوين

واجبات منزلية:-

1 .اذكر العناصر الكيميائية الأساسية التي يتكوّن منها النفط الخام مع النسب المئوية لكل منها.

2 .ما الفرق بين الهيدروكربونات البرافينية والهيدروكربونات الحلقية؟

3 .ما المقصود بالنفط الحامضي؟ وما الغاز المسؤول عن حموضة النفط؟

4 .ما هي صيغ المركبات الأروماتية التالية: البنزين – التلوين – الزايلين – النفثالين؟

5 .كيف يؤثر ارتفاع نسبة الكبريت في النفط الخام على البيئة ومحركات الاحتراق الداخلي؟

6 .لماذا تختلف المكونات الكيميائية للنفط من حقل إلى آخر؟

7 .ما المشاكل الصناعية التي تسببها المركبات النتروجينية والأوكسجينية في المشتقات النفطية؟

8 .فسّر العلاقة بين كثافة النفط ومحتواه من المركبات الكبريتية.

9. ما تأثير وجود النيكل والفناديوم في النفط على عمليات التكرير؟ اذكر أمثلة على الأضرار.

10 .إذا وُجد في عينة من النفط نسبة كبريت 5.5%، فهل يُصنّف هذا النفط حلوًا أم حامضًا؟ وضّح السبب.

11 .قارن بين الهيدروكربونات ذات الصيغة (CnH2n+2) و (CnH2n)و (CnH2n-6) من حيث التركيب والبنية.

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

6/ الاسبوع السادس و السابع

1 .مقدمة عن شوائب النفط الخام

1.1 تعريف وخصائص عامة للشوائب في النفط الخام

النفط الخام هو مزيج معقد طبيعي يتكون أساسًا من الهيدروكربونات (الكربون والهيدروجين)، ولكنه يحتوي دائمًا على كميات متفاوتة من المكونات غير الهيدروكربونية، والتي يشار إليها غالبًا بالشوائب أو المركبات المحتوية على ذرات غير كربونية (Heteroatom compounds). على الرغم من التنوع في تركيب النفط الخام، فإن معظم أنواعه تتراوح نسبة الكربون فيها بين 82% و 87% من الوزن، والهيدروجين بين 12% و 15% من الوزن.

تشمل هذه الشوائب الكبريت والنيتروجين والأكسجين والمعادن الثقيلة (مثل الفاناديوم والنيكل)، بالإضافة إلى الأملاح غير العضوية (مثل كلوريد الصوديوم) والغازات المذابة. يمكن أن تختلف تركيزاتها بشكل كبير، من بضعة أجزاء في المليون للمعادن إلى عدة نسب مئوية وزنية للكبريت. يؤثر وجود هذه الشوائب، حتى بكميات صغيرة، بشكل عميق على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفط الخام، مما يؤثر على تصنيفه (مثل النفط الخام "الحلو" مقابل "الحامض")، ومتطلبات معالجته، وجودة المنتج النهائي. على سبيل المثال، تؤثر الشوائب على الكثافة واللزوجة ونقطة الانسكاب، وهي خصائص حاسمة لتقييم النفط وتصنيفه.

1.2 نظرة عامة على الشوائب الرئيسية المحتوية على ذرات غير كربونية:

الكبريت والنيتروجين والأكسجين

1- الكبريت: يوجد الكبريت دائمًا تقريبًا في النفط الخام، وتتراوح تركيزاته من حوالي 0.03% إلى 7.89% من الوزن. تتميز أنواع النفط الخام الأثقل عمومًا بمحتوى كبريت أعلى. يُصنف النفط الخام الذي يتجاوز محتوى الكبريت فيه 0.5% على أنه "حامض " (sour crude)ويتطلب معالجة أكثر شمولاً وتكلفة لإزالة الكبريت. على النقيض، يحتوي النفط الخام "الحلو (sweet crude) "على أقل من 0.1% كبريت.

2- النيتروجين: تُعد مركبات النيتروجين أيضًا شوائب مهمة، على الرغم من أن تركيزاتها عادة ما تكون أقل من الكبريت، وتتراوح عادة من 0% إلى 1% من الوزن. تُعتبر الكميات التي تزيد عن 0.02% من الوزن مرتفعة، وفي بعض مناطق العالم، يمكن أن يكون محتوى النيتروجين مرتفعًا بشكل استثنائي، متجاوزًا 90% في بعض رواسب البترول. يتطلب وجود النيتروجين في النفط الخام معالجة خاصة لإزالته، خاصة إذا تجاوزت كميته 0.25% من الوزن.

3-الأكسجين: يُعد الأكسجين ثالث الشوائب الرئيسية الموجودة في النفط الخام. تتكون مركبات الأكسجين في النفط الخام من الأحماض، بينما في الغاز الطبيعي تكون على شكل ثاني أكسيد الكربون .(CO_2) تتفاوت تركيزات الأكسجين بشكل كبير؛ فبعض حقول الغاز في الولايات المتحدة (مثل يوتا ووايومنغ) تحتوي على أكثر من 90% من ثاني أكسيد الكربون.

2 .الهياكل الكيميائية وخصائص الشوائب

2.1 مركبات الكبريت

توجد مركبات الكبريت في النفط الخام في شكلين رئيسيين: غير عضوية وعضوية. تشمل المركبات غير العضوية الكبريت العنصري(S) ، وكبريتيد الهيدروجين(H_2S) ، وكبريتيد الكربونيل(COS) ، والبيريت المذاب .(FeS_2) أما المركبات العضوية، والتي تشكل 50-70% من إجمالي محتوى الكبريت، فتضم الثيولات(Thiols) ، والكبريتيدات(Sulfides) ، ومركبات الثيوفين(Thiophenes) ، والدايبنزوثيوفينات.(Dibenzothiophenes)

1-الثيولات :(Mercaptans) تحتوي الثيولات على مجموعة وظيفية .R−SH وهي تشبه الكحولات هيكليًا ولكنها تختلف عنها كيميائيًا، حيث تكون أكثر حمضية وأكثر قابلية للأكسدة. تتميز الثيولات ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل الميثانثيول(CH_3SH) ، بروائح قوية ومنفرة تشبه رائحة البيض الفاسد أو الظربان، ويمكن اكتشافها بتركيزات منخفضة جدًا. تُستخدم الثيولات كعوامل تحذير في تسربات الغاز الطبيعي بسبب روائحها النفاذة. تسبب هذه المركبات مشاكل كبيرة في النفط الخام، ليس فقط بسبب روائحها الكريهة ولكن أيضًا لتأثيرها التآكلي على المعدات وقدرتها على تسميم المحفزات.

2- الكبريتيدات :(Thioethers) تتميز الكبريتيدات بالتركيب العام .R−S−R′ هي نظائر الكبريت للإيثرات.

3- الثيوفينات :(Thiophenes) هي مركبات حلقية غير متجانسة تحتوي على الكبريت، وصيغتها الكيميائية.C_4H_4S

4- الدايبنزوثيوفينات (Dibenzothiophenes - DBTs): هي مركبات حلقية غير متجانسة ثلاثية الحلقات، تتكون من حلقتي بنزين مدمجتين بحلقة ثيوفين مركزية. توجد هذه المركبات بكثرة في الكسور الثقيلة من النفط. تتميز الدايبنزوثيوفينات بمقاومة كبيرة لعمليات إزالة الكبريت التقليدية، مما يشكل تحديًا كبيرًا لتحقيق معايير الوقود منخفض الكبريت للغاية.
بالإضافة إلى ما سبق، توجد مركبات كبريت عضوية أخرى مثل الثيوإسترات (R−C(O)−S−R)، والسلفوكسيدات(R−S(O)−R) ، والسلفونات(R−S(O)2−R) ، والثيوسلفينات(R−S(O)−S−R) ، والسلفيميدات(R2S=NR′) ، و-Sنيتروثيولات (R−S−N=O)، وهاليدات الكبريت العضوية، والثيوكيتونات، والثيوألدهيدات، وأكاسيدها.
تأثير مركبات الكبريت على الخصائص:
تسبب مركبات الكبريت عدة مشاكل رئيسية في النفط الخام ومنتجاته. أبرز هذه المشاكل هي التآكل، والرائحة الكريهة، وخصائص الاحتراق الضعيفة لوقود البنزين. يحدث التآكل بشكل خاص عندما يتم تسخين الزيوت عالية الكبريت إلى درجات حرارة تزيد عن 300 درجة فهرنهايت للنحاس أو 400 درجة فهرنهايت للصلب. كما أن الغازات الكبريتية الناتجة أثناء حرق الزيت، مثل H2S وSO2 ، يمكن أن تسبب التآكل في وجود الهواء والرطوبة، كما هو الحال في المداخن الفولاذية وأنابيب عادم المحركات. الروائح الكريهة تكون أكثر وضوحًا مع مركبات الكبريت ذات نقاط الغليان المنخفضة أو الغازية، مثل H2S أو SO2 في غازات المداخن، والمركبتانات.

2.2 مركبات النيتروجين

تُعد مركبات النيتروجين شوائب رئيسية في النفط الخام، على الرغم من أنها غالبًا ما ترتبط بمحتوى الأسفلت. يمكن تصنيفها إلى مركبات نيتروجين قاعدية، مثل البيريدينات (Pyridines)والأمينات(Amines) ، ومركبات نيتروجين محايدة أو حمضية، مثل البيرولات(Pyrroles) ، والإندولات(Indoles) ، والكربازولات.(Carbazoles)

* البيريدينات (Pyridines): هي مركبات حلقية سداسية تحتوي على ذرة نيتروجين. تُعد من المركبات النيتروجينية القاعدية.

* الكينولينات (Quinolines): هي مركبات أروماتية حلقية ثنائية مدمجة تحتوي على ذرة نيتروجين.

* البيرولات (Pyrroles): هي مركبات حلقية خماسية تحتوي على ذرة نيتروجين. تُعد هذه المركبات، مثل البيرولات و2,3-ثنائي هيدرو بيرولات، عرضة بشكل خاص لتفاعلات إضافة الجذور الحرة.

* الكربازولات (Carbazoles): هي مركبات ثلاثية الحلقات مدمجة تحتوي على ذرة نيتروجين.

* الأمينات (Amines): هي مركبات تحتوي على مجموعة أمين.(R-NH2)

تأثير مركبات النيتروجين على الخصائص:
تسبب مركبات النيتروجين مشاكل متعددة في عمليات تكرير النفط. من أبرزها تثبيط وتعطيل المحفزات الحمضية، خاصة تلك المستخدمة في التكسير التحفيزي (catalytic cracking) والهدرجة التكسيرية (hydrocracking). تُعد المركبات النيتروجينية القاعدية، مثل البيريدينات والأمينات، سامة للمحفزات لأنها تتفاعل مع المواقع الحمضية للمحفز، مما يقلل من نشاطها. يؤدي هذا إلى انخفاض في نشاط المحفزات وزيادة في تكاليف التشغيل، حيث

تتطلب زيوت الخام التي تحتوي على أكثر من 0.25% نيتروجين بالوزن معالجة خاصة لإزالة النيتروجين.
بالإضافة إلى ذلك، تساهم مركبات النيتروجين في تكوين ما يسمى "الصمغ (gum)" في نواتج التقطير أو زيت وقود الديزل. يمكن أن تتسبب هذه المركبات أيضًا في التآكل المرتبط بأزواج الحمض والقاعدة، وتكوين معقدات معدنية، حيث يلعب النيتروجين دورًا مهمًا في تنسيق المعادن، مما يؤدي بشكل غير مباشر إلى مشاكل التلوث المرتبطة بالمعادن في النفط.
من التحديات الأخرى أن مركبات النيتروجين تتنافس مع مركبات الكبريت على المواقع النشطة أثناء المعالجة بالهيدروجين(hydrotreating) ، مما يجعل عملية إزالة الكبريت بالهيدروجين (hydrodesulfurization) أقل كفاءة عند وجود مركبات النيتروجين في المواد الأولية.

2.3 مركبات الأكسجين

توجد مركبات الأكسجين في النفط الخام بأشكال متنوعة، تشمل الأحماض الكربوكسيلية (Carboxylic acids)، والفينولات(Phenols) ، والإيثرات(Ethers) ، والألدهيدات (Aldehydes)، والكيتونات(Ketones) ، والإسترات(Esters) ، والأنهيدريدات (Anhydrides).

* الأحماض الكربوكسيلية :(Carboxylic Acids) تحتوي على مجموعة كربوكسيل (-COOH). تُعد الأحماض العضوية من المركبات المحتوية على الأكسجين التي لديها أعلى إمكانية للامتزاز على الأسطح المعدنية في النفط الخام. تمتص هذه الأحماض على أسطح الصلب عبر إلكترونات الأكسجين الكربونيلي. بينما تُعرف الأحماض العضوية ذات السلسلة القصيرة بزيادة معدلات التآكل، فإن الأحماض ذات السلسلة الطويلة قد يكون لها تأثير مثبط.

* الفينولات :(Phenols) هي مركبات عضوية أروماتية تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل (-OH) مرتبطة مباشرة بذرة كربون جزء من حلقة أروماتية. الفينولات قادرة على تكوين روابط هيدروجينية قوية، مما يؤدي إلى ارتفاع نقاط الانصهار والغليان مقارنة بالهيدروكربونات ذات الأوزان الجزيئية المماثلة.

تأثير مركبات الأكسجين على الخصائص:

تساهم مركبات الأكسجين في تآكل النفط الخام، خاصة عند درجات الحرارة العالية التي تحفز التفاعلات الكيميائية وتنتج مركبات ثانوية ذات عدوانية تآكلية عالية. يؤدي التحلل الحراري للمركبات العضوية المحتوية على الأكسجين إلى إنتاج هيدروكربونات، وثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد الهيدروكربونات، والأكسجين. وجود الأكسجين الحر يؤدي أيضًا إلى تكوين البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات التي تسبب تغير لون المنتجات البترولية.
بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤدي مركبات الأكسجين العالية في الزيوت إلى خصائص غير مرغوب فيها مثل انخفاض كثافة الطاقة، وعدم الاستقرار الذي يؤدي إلى البلمرة، وارتفاع اللزوجة. هذه المشاكل تحد من قابلية التخزين على المدى الطويل لزيوت الوقود الحيوية بسبب تفاعلات البلمرة التي تحفزها جزيئات الفحم المعلقة، مما يزيد من لزوجة الزيت بمرور الوقت.

3 .الآثار الاقتصادية والبيئية

3.1 التأثير الاقتصادي

تفرض الشوائب في النفط الخام أعباءً اقتصادية كبيرة على صناعة التكرير وتؤثر على قيمة المنتجات.

* تكاليف التكرير: النفط الخام "الحامض" الذي يحتوي على أكثر من 0.5% كبريت يتطلب عمليات تكرير أكثر تعقيدًا وإزالة واسعة للكبريت لتلبية اللوائح البيئية. هذه العمليات الإضافية تزيد بشكل كبير من تكاليف التشغيل. على سبيل المثال، إزالة الكبريت من الزيوت تزيد من تكلفة الوقود وتجعله أقل تنافسية مقارنة بالوقود المشتق من البترول.

* التآكل: تُعد الشوائب المذابة، بما في ذلك مركبات الكبريت) خاصة(H2S ، والأحماض العضوية، ومركبات النيتروجين، والأملاح غير العضوية، من الأسباب الرئيسية للتآكل في معدات المصافي. يزداد التآكل بشكل كبير عند تسخين الزيوت عالية الكبريت إلى درجات حرارة تتجاوز 300 درجة فهرنهايت للنحاس أو 400 درجة فهرنهايت للصلب. هذا التآكل يؤدي إلى أضرار بالمعدات، مثل المداخن الفولاذية وأنابيب العادم، مما يستلزم نفقات إضافية للصيانة والاستبدال.

* تعطيل المحفزات: تؤثر مركبات النيتروجين والمعادن الثقيلة (مثل الفاناديوم والنيكل) سلبًا على نشاط المحفزات المستخدمة في عمليات التكسير التحفيزي والمعالجة بالهيدروجين. تتنافس مركبات النيتروجين على المواقع النشطة للمحفز، مما يقلل من كفاءة إزالة الكبريت بالهيدروجين. كما أن المعادن في الزيت تعزز إنتاج كميات كبيرة من فحم الكوك والغازات الجافة وتقلل من إنتاج السوائل، وتسرع من تعطيل المحفزات بسبب ترسب أكاسيد المعادن على مسام المحفز وسد المواقع النشطة. يتطلب هذا إما استخدام محفزات أكثر مقاومة أو زيادة معدلات استبدال المحفزات، مما يزيد من التكاليف التشغيلية.

* جودة المنتج وقيمته: يؤدي ارتفاع محتوى الشوائب إلى انخفاض القيمة النقدية للنفط الخام. على سبيل المثال، النفط الخام عالي الكبريت غالبًا ما يكون له قيمة سوقية أقل. كما تؤثر الشوائب على جودة المنتجات النهائية؛ فمركبات الكبريت تؤدي إلى خصائص انفجار ضعيفة لوقود البنزين، وتساهم مركبات النيتروجين في تكوين الصمغ في الديزل ووقود الطائرات. تضمن عمليات المعالجة الحديثة تقليل الانبعاثات الضارة من المنتجات المكررة قدر الإمكان، مما يحسن من قيمتها التجارية.

3.2 التأثير البيئي

تُعد الشوائب في النفط الخام مصدرًا رئيسيًا للتلوث البيئي، مما يستدعي لوائح صارمة لتقليل تأثيراتها.

* تلوث الهواء: يؤدي احتراق الوقود المحتوي على الكبريت إلى انبعاث أكاسيد الكبريت (SOx)، التي تساهم في تلوث الهواء وتكوين الأمطار الحمضية. كما تساهم مركبات النيتروجين في انبعاث أكاسيد النيتروجين .(NOx) بالإضافة إلى ذلك، يؤدي استخراج البترول واحتراقه إلى إطلاق كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون(CO2) ، وهو غاز دفيئة رئيسي، مما يخل بتوازن دورة الكربون في الأرض.

* تلوث المياه: تؤدي انسكابات النفط الخام إلى تكوين طبقة لامعة على سطح الماء، مما يؤثر على النظم البيئية المائية. النفط "مميت بشكل حاد" للأسماك بتركيزات منخفضة. كما يمكن أن تؤدي انسكابات النفط إلى انخفاض مستويات الأكسجين المذاب في الماء، خاصة في حالة الزيوت الثقيلة، مما يعطل السلسلة الغذائية ويؤثر على الحياة المائية والبرية. تثير طرق الاستخراج مثل التكسير الهيدروليكي (fracking) مخاوف بيئية بشأن تلوث المياه الجوفية.

* المخاطر الصحية: تحتوي العديد من المركبات الموجودة في النفط على سمية عالية ويمكن أن تسبب السرطان (مسببة للسرطان) وأمراضًا أخرى. البنزين، الموجود في كل من النفط الخام والبنزين، معروف بتسببه في سرطان الدم البشري ويقلل من عدد خلايا الدم البيضاء، مما يجعل الأفراد المعرضين له أكثر عرضة للعدوى. كما تربط الدراسات التعرض لمصافي النفط بالولادات المبكرة.
* المحركات التنظيمية: دفعت الآثار البيئية والصحية إلى فرض لوائح صارمة بشكل متزايد على محتوى الشوائب في المنتجات البترولية. على سبيل المثال، يفرض توجيه الاتحاد الأوروبي EC 30/2009/حدًا قدره 10 جزء في المليون من الكبريت لجميع أنواع الديزل والبنزين. في الولايات المتحدة، أصبح وقود الديزل منخفض الكبريت للغاية هو المعيار، بحد أقصى مسموح به للكبريت أقل من 15 جزء في المليون. كما أعلنت المنظمة البحرية الدولية (IMO)عن تخفيض محتوى الكبريت في زيت الوقود المستخدم في السفن العاملة خارج مناطق التحكم في الانبعاثات إلى 0.5% من الوزن اعتبارًا من 1 يناير 2020، مع حدود أقل في مناطق أخرى. هذه اللوائح تدفع الابتكار المستمر في طرق الكشف والإزالة.
4 .منهجيات الكشف والقياس
تُعد التحليلات الدقيقة للنفط الخام أمرًا بالغ الأهمية لتقييم جودته، وتحديد متطلبات التكرير، وضمان الامتثال للوائح البيئية.
4.1 مبادئ عامة لتحليل النفط الخام
تُستخدم خصائص النفط الخام الفيزيائية والكيميائية لتقييم طرق المعالجة وتحديد جودة النفط التجاري. تشمل المعايير التي يتم قياسها بشكل روتيني:
* الكثافة :(API Gravity) تُستخدم لتصنيف النفط الخام (خفيف، متوسط، ثقيل) ولتحويل الوزن والحجم.
* اللزوجة الحركية :(Kinematic Viscosity) مؤشر مهم للسيولة، يُستخدم في حسابات معدل التدفق في خطوط الأنابيب وسلوك السوائل في المكامن.
* نقطة الانسكاب ونقطة الغيوم :(Pour Point & Cloud Point) نقطة الانسكاب هي أدنى درجة حرارة يتدفق عندها النفط، ونقطة الغيوم هي درجة الحرارة التي يبدأ عندها الشمع في الترسيب.
* اختبار التقطير :(Distillation Test) يُستخدم لتقدير مكونات النفط الخام بناءً على اختلافات نقاط الغليان، مما يسمح بفصل النفط الخام إلى منتجات بترولية مختلفة.
4.2 تقنيات محددة للذرات غير الكربونية
تتطلب الشوائب المحتوية على الكبريت والنيتروجين والأكسجين تقنيات تحليلية متخصصة بسبب تراكيزها المنخفضة وتأثيراتها الكبيرة.
* الكبريت:
* مطيافية الفلورية للأشعة السينية التشتتية بالطول الموجي :(WDXRF) طريقة قياسية (ASTM D2622)لتقدير تركيز الكبريت في المنتجات البترولية. تواجه هذه التقنية تحديات بسبب تأثير مصفوفة العينة على الفلورية المقاسة، حيث يمكن أن تمتص عناصر أخرى جزءًا من إشارة الفلورية المنبعثة من الكبريت.

* الاحتراق بدرجة حرارة عالية مع الفلورية فوق البنفسجية :(UV-Fluorescence) تقنية تقيس ثاني أكسيد الكبريت (SO2) الناتج عن احتراق العينة باستخدام الفلورية فوق البنفسجية. تُعد هذه الطريقة حساسة وانتقائية للكبريت.
* الكروماتوغرافيا الغازية (GC) وكروماتوغرافيا الغاز-مطياف الكتلة :(GC-MS) تُستخدم لتحليل مكونات النفط الخام وتحديد الكبريت العنصري في النفتا والبنزين. يمكن لـ GC-MSفصل المخاليط المعقدة، وتقدير كمية المواد التحليلية، وتحديد القمم غير المعروفة، وتحديد مستويات التلوث النزرة. تُستخدم أيضًا لتمييز مركبات الكبريت المختلفة مثل كبريتيد الهيدروجين(H2S) ، وكبريتيد الكربونيل(COS) ، والميركبتانات، والكبريتيدات، والثيوفينات.
* مطيافية الانبعاث الذري بالبلازما المقترنة حثياً :(ICP-AES) تقنية سريعة لتحليل العناصر ذات الأهمية في المحاليل المعالجة، حيث يمكنها قياس جميع العناصر في وقت واحد.
* النيتروجين:
* الاحتراق المؤكسد والكشف عن الإضاءة الكيميائية (Oxidative Combustion and Chemiluminescence Detection): تُعد طرق ASTM D5762 (للنطاق من 40 إلى 10,000 ملليجرام/كجم نيتروجين) و ASTM D4629 (للمستويات النزرة من 0.3 إلى 100 ملليجرام/كجم نيتروجين) معيارية لتحديد النيتروجين في الهيدروكربونات السائلة. يتم حرق العينة في وجود الأكسجين لتكوين أكاسيد النيتروجين(NOx) ، والتي تتفاعل مع الأوزون لإنتاج ضوء يتم قياس شدته بواسطة مضاعف ضوئي، وتكون شدة الضوء متناسبة طرديًا مع تركيز النيتروجين في العينة.
* كروماتوغرافيا الغاز-مطياف الكتلة :(GC-MS) تُستخدم لتحديد وتمييز مركبات النيتروجين في النفط الخام، غالبًا بعد عمليات تجزئة مسبقة.
* مطيافية الرنين الأيوني السيكلوتروني بتحويل فورييه :(FT-ICR MS) تقنية عالية الدقة تُستخدم لتوصيف المركبات المحتوية على ذرات غير كربونية) مثل N1, N2, N1O1)في النفط الخام وكسوره.
* مطيافية الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والمتوسطة :(MIR) تُستخدم لتحديد كثافة API ومحتوى النيتروجين الكلي والقاعدي في النفط الخام باستخدام طرق الانحدار المتعدد.
* الأكسجين:
* طرق تعتمد على الكروماتوغرافيا الغازية) مثل :(OxyTracer تُستخدم لتحديد الشوائب النزرة من المركبات الأكسجينية في تيارات الهيدروكربونات الخفيفة) مثل غازات C2وC3 ، غاز البترول المسال، النفتا، والبنزين (بحد اكتشاف يصل إلى 0.1 جزء في المليون. تتوافق هذه الأنظمة مع معايير ASTM D7754 و.ASTM D7423
* اختبار امتصاص الأكسجين بالفيلم الرقيق :(ASTM D7098) (TFOUT) يقيّم هذا الاختبار استقرار الأكسدة للمواد الزيتية عن طريق قياس امتصاص الأكسجين.
* مطيافية الرنين الأيوني السيكلوتروني بتحويل فورييه :(FT-ICR MS) تُستخدم أيضًا لتوصيف فئات المركبات المحتوية على الأكسجين.(O1, O2)

* الشوائب الميكانيكية: تُستخدم طرق قائمة على الترشيح) مثل (GB/T 510 لتحديد الشوائب الميكانيكية في النفط الخام ومنتجاته، وتتضمن إذابة العينة في مذيب وترشيحها.

5 .تقنيات إزالة الشوائب

تُعد إزالة الشوائب من النفط الخام خطوة حاسمة في عمليات التكرير لإنتاج وقود نظيف ومنتجات ذات جودة عالية، وللحد من التأثيرات البيئية الضارة.

5.1 إزالة الكبريت: الهدرجة الكبريتية(Hydrodesulfurization - HDS)

المبدأ: الهدرجة الكبريتية هي عملية كيميائية تحفيزية أساسية في صناعة البترول تهدف إلى إزالة الكبريت من مختلف المنتجات البترولية مثل الديزل والبنزين ووقود الطائرات. تتضمن العملية تفاعل المركبات المحتوية على الكبريت مع الهيدروجين لتكوين كبريتيد الهيدروجين (H2S)ومنتج خالٍ من الكبريت. يتم بعد ذلك التقاط غاز كبريتيد الهيدروجين وإزالته، ثم تحويله إلى كبريت عنصري أو حمض الكبريتيك كمنتج ثانوي.

المحفزات: تلعب المحفزات دورًا حيويًا في عملية الهدرجة الكبريتية، مما يتيح حدوث التفاعل بمعدل معقول وانتقائية عالية. المحفزات الأكثر شيوعًا هي تلك القائمة على ثاني كبريتيد الموليبدينوم (MoS2) أو ثاني كبريتيد التنجستن(WS2) ، مع محفزات من الكوبالت أو النيكل. تتميز هذه المحفزات بخصائص رئيسية مثل مساحة السطح العالية والتشتت الجيد، وكثافة وتوزيع مثالي للمواقع النشطة، ومقاومة للتسمم والتعطيل، بالإضافة إلى الاستقرار الحراري.

الظروف التشغيلية: تُجرى عملية الهدرجة الكبريتية عادة في درجات حرارة عالية (300-425 درجة مئوية) وضغوط عالية (1-20 ميجاباسكال). يؤدي زيادة درجة الحرارة والضغط إلى زيادة معدل التفاعل، ولكنه قد يؤدي أيضًا إلى تعطيل المحفز. كما أن نسبة الهيدروجين إلى المادة الأولية تؤثر بشكل كبير على أداء المحفز.

التحديات: تواجه عملية الهدرجة الكبريتية عدة تحديات، أبرزها صعوبة إزالة مركبات الكبريت المقاومة، مثل الدايبنزوثيوفينات ومشتقاتها، التي تتطلب ظروفًا أكثر قسوة. تشمل التحديات الأخرى تعطيل المحفزات وارتفاع التكاليف الرأسمالية والتشغيلية. من الملاحظ أن المركبات ذات نقاط الغليان المنخفضة تكون أسهل في إزالة الكبريت من تلك ذات نقاط الغليان الأعلى.

5.2 إزالة النيتروجين: الهدرجة النيتروجينية(Hydrodenitrogenation - HDN)

المبدأ: الهدرجة النيتروجينية هي عملية حاسمة في صناعة البترول تهدف إلى إزالة المركبات المحتوية على النيتروجين من النفط الخام ومشتقاته. تتضمن العملية تفاعل المركبات المحتوية على النيتروجين مع الهيدروجين في وجود محفز، مما يؤدي إلى تكوين الأمونيا (NH3) ومنتج هيدروكربوني. تُعد هذه العملية مشابهة للهدرجة الكبريتية، ولهذا السبب يتم تقليل محتوى النيتروجين في الوقود أيضًا أثناء عمليات الهدرجة الكبريتية.

المحفزات: تُستخدم المحفزات القائمة على كبريتيدات المعادن الانتقالية، مثل الموليبدينوم والتنجستن، المعززة بالكوبالت أو النيكل) مثل NiMo/Al2O3 و(CoMo/Al2O3 ، بشكل شائع في عمليات الهدرجة النيتروجينية.

الظروف التشغيلية: تتأثر كفاءة عملية الهدرجة النيتروجينية بظروف التفاعل المختلفة، بما في ذلك درجة الحرارة والضغط والضغط الجزئي للهيدروجين. تتراوح درجات الحرارة النموذجية بين 300-400 درجة مئوية، والضغط بين 50-100 بار، والضغط الجزئي

للهيدروجين بين 20-50 بار. تتطلب إزالة النيتروجين ظروف تشغيل أكثر قسوة من إزالة الكبريت.
التحديات: تواجه عملية الهدرجة النيتروجينية عدة تحديات، بما في ذلك تعطيل المحفزات بسبب التكويك والتسمم، وارتفاع استهلاك الطاقة والتكاليف الرأسمالية، وتعقيد آلية التفاعل وصعوبة تحسين ظروف التفاعل. تُعد المركبات النيتروجينية القاعدية، مثل البيريدين والكينولين، سامة للمحفزات الحمضية المستخدمة في عمليات مثل التكسير التحفيزي السائل (FCC)، ولذلك يجب إزالتها كخطوة معالجة مسبقة لحماية هذه المحفزات.
5.3 إزالة الأكسجين
تُعد إزالة الأكسجين من النفط الخام ومشتقاته ضرورية لتحسين استقرار المنتج وتقليل التآكل.
* الهدرجة الأكسجينية :(Hydrodeoxygenation - HDO) هي عملية هدرجة تُستخدم لإزالة الأكسجين من المركبات المحتوية على الأكسجين. تُستخدم عادة محفزات كبريتيد النيكل-موليبدينوم أو الكوبالت-موليبدينوم على الألومينا غاما. على الرغم من أن هذه العملية تُطبق بشكل أساسي على الوقود الحيوي المشتق من مواد غنية بالأكسجين مثل السكريات أو الدهون، إلا أن مبادئها تنطبق على إزالة الأكسجين من النفط الخام.
* إزالة الأكسجين المذاب:
* التغطية بالغاز الخامل: في عمليات التكرير، يتم الحفاظ على الحد الأدنى من الأكسجين المذاب عن طريق تخزين كسور البترول في خزانات مغطاة بغازات خاملة، مثل النيتروجين. هذا يمنع تكوين البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات التي تسبب تغير لون المنتجات البترولية.
* أملاح الكبريتيت: يمكن إزالة الأكسجين المذاب من كسور البترول عن طريق ملامستها لأملاح الكبريتيت القلوية، أو أملاح الفلزات القلوية الترابية، أو كبريتيت الأمونيوم. يُفضل كبريتيت الصوديوم لفعاليته العالية وتكلفته المنخفضة. يمكن تمرير الكسر البترولي عبر عمود ملح الكبريتيت مرة واحدة أو عدة مرات، أو تشكيل ملاط من ملح الكبريتيت في الكسر البترولي وتقليبه وترشيحه، أو تقليب الكسر البترولي بمحلول مائي أو كحولي من ملح الكبريتيت. تُفضل هذه العمليات في جو خامل.
* الملامسات الغشائية :(Membrane Contactors) توفر تقنيات الملامسات الغشائية حلاً فعالاً لإزالة الغازات المذابة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من السوائل. تستخدم هذه الأجهزة أغشية ليفية مجوفة دقيقة المسام أو غير مسامية لتمكين نقل الغاز بكفاءة. تُعد هذه التقنية بديلاً خاليًا من المواد الكيميائية للطرق التقليدية، مما يقلل من استخدام المواد الكيميائية في بعض عمليات المصانع.
* إزالة الأكسجين التحفيزية: تتضمن هذه الطريقة خلط الزيت بالهيدروجين ثم إدخاله إلى مفاعل لملامسة محفز إزالة الأكسجين. يمكن أن يحقق هذا النهج معدل إزالة للأكسجين المذاب يتجاوز 95.%
6 .الاستنتاجات
يُظهر التحليل الشامل لشوائب النفط الخام، وخاصة مركبات الكبريت والنيتروجين والأكسجين، أنها مكونات متأصلة ومتنوعة تشكل تحديات كبيرة عبر سلسلة قيمة البترول بأكملها. لا تؤثر هذه الشوائب بشكل مباشر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفط الخام

فحسب، بل تفرض أيضًا أعباءً اقتصادية كبيرة من خلال زيادة تكاليف التكرير، وتسبب تآكلًا في المعدات، وتؤدي إلى تعطيل المحفزات الحيوية.
علاوة على ذلك، فإن الآثار البيئية والصحية لهذه الشوائب عميقة، حيث تساهم في تلوث الهواء (مثل أكاسيد الكبريت والنيتروجين)، وتدهور جودة المياه (بسبب الانسكابات وتأثيرها على الأكسجين المذاب)، وتشكل مخاطر صحية خطيرة على البشر. وقد أدت هذه المخاوف إلى فرض لوائح بيئية صارمة بشكل متزايد، مما يدفع الصناعة إلى تبني تقنيات إزالة الشوائب الأكثر كفاءة.
إن فهم الهياكل الكيميائية المعقدة لهذه الشوائب أمر بالغ الأهمية لتطوير حلول فعالة. على سبيل المثال، مقاومة الدايبنزوثيوفينات لإزالة الكبريت تسلط الضوء على الحاجة إلى محفزات وعمليات مبتكرة. وبالمثل، فإن تأثير مركبات النيتروجين القاعدية على تسميم المحفزات يؤكد على أهمية المعالجة المسبقة.
تُعد المنهجيات التحليلية المتقدمة، مثلWDXRF ، وGC-MS ، وFT-ICR MS ، وتقنيات الإضاءة الكيميائية، ضرورية لتوصيف هذه الشوائب بدقة ومراقبة مستوياتها عبر مراحل المعالجة المختلفة. هذه الأدوات لا تمكن من الامتثال التنظيمي فحسب، بل توفر أيضًا بيانات حيوية لتحسين العمليات وتطوير محفزات جديدة.
في الختام، فإن إزالة الكبريت بالهيدروجين، وإزالة النيتروجين بالهيدروجين، وتقنيات إزالة الأكسجين، هي عمليات معقدة ولكنها لا غنى عنها. إن الترابط بين هذه الشوائب، حيث يمكن أن يؤثر وجود أحدها على كفاءة إزالة الآخر، يؤكد على ضرورة اتباع نهج شامل في تصميم عمليات التكرير. إن السعي المستمر نحو وقود أنظف وعمليات تكرير أكثر كفاءة يدفع الابتكار في هذا المجال، مما يضمن مستقبلًا أكثر استدامة لصناعة النفط والغاز.

اختبارات بعدية

اختيار من متعدد(MCQ)
1 .ما هي النسبة النموذجية لعنصر الكبريت في النفط الخام الحامض؟
أ) أقل من 0.1%
ب) بين 0.1% و 0.5%
ج) أكثر من 0.5%
د) لا يحتوي على الكبريت
الإجابة: ج) أكثر من 0.5%

2 .أي من المركبات التالية يُعتبر من مركبات الكبريت العضوية المقاومة للإزالة؟
أ) H_2S
ب) COS
ج) Dibenzothiophene
د) FeS_2
الإجابة: ج) Dibenzothiophene

3 .أي تقنية تحليل تُستخدم لتحديد محتوى النيتروجين النزري بدقة عالية؟
أ) WDXRF
ب) GC-MS
ج) ASTM D4629
د) NIR
الإجابة : ج) ASTM D4629

4 .ما هي الشائبة التي تُعتبر سببًا رئيسيًا في تعطيل المحفزات في التكسير التحفيزي؟
أ) الكبريت
ب) النيتروجين
ج) الأكسجين
د) الصوديوم
الإجابة: ب) النيتروجين

5 .أي من المركبات التالية يحتوي على ذرة نيتروجين في حلقة سداسية؟
أ) البيريدين
ب) الفينول
ج) الكربازول
د) الديبنزوثيوفين
الإجابة: أ...

◈ الجزء الثاني: صح أو خطأ

1 .مركبات الكبريت في النفط الخام لا تسبب مشاكل في المعدات لأنها تُزال بسهولة.
✗ خطأ – تسبب تآكل وتعطيل للمعدات وصعوبة في الإزالة خصوصًا المركبات المعقدة.

2 .محتوى الكبريت المرتفع في النفط الخام يؤدي إلى انخفاض قيمته السوقية.
✓ صحيح

3 .استخدام الملامسات الغشائية يعد طريقة فعالة لإزالة النيتروجين من النفط الخام.
✗ خطأ – تُستخدم هذه التقنية لإزالة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

4 .البيرولات مركبات نيتروجينية قاعدية تؤثر على المحفزات.
❌ خطأ – البيرولات مركبات نيتروجينية محايدة أو حمضية.

5 .يُعد GC-MS أداة فعالة لتحليل مكونات الكبريت والنيتروجين المعقدة ✅ .صحيح

◈ الجزء الثالث: أسئلة مقالية قصيرة

1 .اذكر ثلاثة تأثيرات سلبية لوجود مركبات الكبريت في النفط الخام.
الإجابة النموذجية:
1. تسبب تآكل المعدات في المصافي.
2. تؤدي إلى انبعاثات ضارة مثل SO_2 و H_2S عند الاحتراق.
3. تؤثر على جودة الوقود النهائي (مثل البنزين بخصائص احتراق ضعيفة).

2 .وضح الفرق بين النفط الخام الحلو والحامض من حيث المحتوى الكبريتي.
الإجابة النموذجية:
النفط الخام الحلو يحتوي على أقل من 0.5% كبريت.
النفط الخام الحامض يحتوي على أكثر من 0.5% كبريت ويتطلب معالجة إضافية.

3 .ما السبب في صعوبة إزالة مركبات النيتروجين مقارنة بالكبريت؟
الإجابة النموذجية:تتطلب مركبات النيتروجين ظروف تفاعل أقسى، وتكون أكثر تعقيدًا في البنية، وتتنافس مع الكبريت على المواقع النشطة في المحفزات، وقد تكون سامة للمحفزات المستخدمة.

4 .ما هي التقنية التحليلية المناسبة لتمييز فئات N1 و N2 و O1 في النفط الخام؟
الإجابة النموذجية:
مطيافية الرنين الأيوني السيكلوتروني بتحويل فورييه.(FT-ICR MS)

5 .عدد طريقتين لإزالة الأكسجين المذاب في المشتقات النفطية.
الإجابة النموذجية:استخدام غازات خاملة مثل النيتروجين لتغطية الخزانات.
ملامسة الكسر البترولي بأملاح الكبريتيت (مثل كبريتيت الصوديوم)

واجبات منزلية:-

1 .عرّف الشوائب غير الهيدروكربونية في النفط الخام، واذكر أمثلة عليها.
2 .ما الفرق بين النفط الحلو والنفط الحامض؟ وما العامل المحدد لهذا التصنيف؟
3 .اشرح تأثير مركبات الكبريت على المعدات الصناعية أثناء تكرير النفط.
4 .ما سبب صعوبة إزالة مركبات النيتروجين من النفط الخام؟
5. فسّر العلاقة بين وجود مركبات الأكسجين وتدهور خصائص التخزين في الزيوت الثقيلة.

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية

2025

7/ الاسبوع الثامن:

الماء والأملاح والرواسب في النفط تعتبر من الشوائب التي تؤثر على جودة النفط الخام وتؤدي إلى مشاكل في عمليات التكرير والنقل. إليك بعض التفاصيل حول هذه الشوائب:

1-الماء: يمكن أن يكون الماء موجودًا في النفط على شكل مستحلبات، مما قد يؤدي إلى تآكل المعدات وزيادة تكاليف النقل. يتم التخلص من الماء عادةً من خلال عمليات الفصل مثل الطرد المركزي أو الترشيح.

2-الأملاح: الأملاح الموجودة في النفط، وخاصةً الكلوريدات مثل كلوريد الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم، يمكن أن تسبب تآكل المعدات والأنابيب أثناء عمليات التكرير. يتم التخلص من الأملاح عادةً من خلال عملية تُعرف بـ "إزالة الأملاح" باستخدام الماء العذب لغسل الأملاح من النفط.

3-الرواسب: الرواسب في النفط يمكن أن تكون مواد صلبة مثل الرمل والطين والمواد العضوية. هذه الرواسب يمكن أن تتراكم في أسفل الخزانات وتسبب مشاكل في تدفق النفط وتؤدي إلى انسداد في المعدات والأنابيب. يتم التخلص من الرواسب عادةً من خلال الترشيح أو الطرد المركزي.

تعتبر إزالة هذه الشوائب ضرورية لتحسين جودة النفط الخام وجعله مناسبًا للاستخدام في المصافي والمعدات الصناعية.

أولاً: الماء في النفط الخام

أنواع الماء الموجود في النفط الخام:

1 .الماء الحر:(Free Water) يوجد منفصلاً عن النفط.

يمكن رؤيته بالعين المجردة في قاع الخزان أو أنبوب النفط.

يسهل فصله عن النفط الخام بالترسيب أو باستخدام فواصل الماء.

2 .الماء المستحلب:(Emulsified Water) يكون على شكل مستحلبات (Emulsions) دقيقة.

يرتبط بالسطح البيني لقطرات النفط والماءويصعب فصله ويحتاج إلى استخدام مواد كيميائية (Demulsifiers)أو حرارة أو كهرباء.

3. الماء المذاب:(Dissolved Water) يذوب في النفط بنسب قليلة جدًا (أقل من 0.1%).

لا يمكن فصله بطرق الترسيب العادية.

أهمية إزالة الماء:

1.يقلل من كفاءة التكرير.

2.يسبب تآكل خطوط الأنابيب ووحدات التكرير.

3.يتسبب في تكوين مستحلبات يصعب التعامل معها.

4.يُعيق عمليات المعالجة الكيميائية.

ثانياً: الأملاح في النفط الخام

ما هي الأملاح؟

الأملاح الموجودة في النفط عادة ما تكون أملاحًا غير عضوية ذائبة في الماء المصاحب.

أهمها: كلوريد الصوديوم($NaCl$) ، كلوريد المغنيسيوم($MgCl_2$) ، كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$)

مصدر الأملاح:

1.تأتي من المياه الجوفية المالحة المصاحبة للنفط في المكامن.

2.تذوب هذه الأملاح في الماء المصاحب، ثم تنتقل مع النفط الخام عند الاستخراج.

المخاطر الناتجة عن وجود الأملاح:

1 .تآكل المعدات:

عند تسخين النفط، تتفكك أملاح $MgCl_2$ و $CaCl_2$وتنتج أحماض كلوريد الهيدروجين (HCl)، وهي شديدة التآكل.

2 .انسدادات:تترسب الأملاح في الأنابيب والخزانات مكونة انسدادات وتآكل داخلي.

3. .تكون المستحلبات:الأملاح تعزز استقرار المستحلبات بين النفط والماء، مما يصعب عملية الفصل.

طرق قياس الأملاح:

وحدة القياس: رطل لكل ألف برميل.(lbs/1000 bbl)

يُستخدم جهاز Salt-in-crude analyzer أو طرق كيميائية تعتمد على ترسيب أيونات الكلور.

ثالثاً: الرواسب (Sediments) في النفط الخام

ما هي الرواسب؟

1.مواد صلبة غير ذائبة توجد مع النفط.

تشمل:- 1.الرمال. 2.الطين. 3.الصدأ. 4.مواد عضوية متحللة. 5.الإسفلتينات الثقيلة.

مصدر الرواسب:

1.من باطن الأرض عند الاستخراج (خاصة في المكامن الرملية).

2.من تآكل الأنابيب والمعدات.

3.من عمليات المعالجة والتخزين السيئة.

مخاطر الرواسب:

1.تسبب تآكل وتآكل ميكانيكي.

2.تؤثر على كفاءة وحدات الضخ والنقل.

3.تسد الأنابيب والفلاتر.

4.تسبب أعطالًا متكررة في وحدات التكرير.

طرق قياس الرواسب:

1اختبار:BS&W (Basic Sediment and Water)

يقيس نسبة الماء والرواسب في النفط الخام وتقاس النسبة بالمئة.(%)

يُستخدم جهاز الطرد المركزي الخاص بهذا الفحص.

رابعًا: اختبار(BS&W (Basic Sediment and Water

الهدف من الاختبار:تحديد نسبة الماء والرواسب الصلبة في النفط الخام.

مهم جدًا لتحديد جودة النفط قبل الشحن أو المعالجة.

الطرق الصناعية لإزالة الماء والأملاح والرواسب :

1. الترسيب بالجاذبية.(Gravity Settling)

2. الفصل بالطرد المركزي.(Centrifugal Separation)

3. استخدام الحرارة.(Heating)

4. استخدام الكهرباء.(Electrostatic Desalting)

5. إضافة مواد كيميائية.(Demulsifiers)

6. الترشيح والفصل الميكانيكي

اختبارات بعدية

✅الاختبار الأول) اختبار تحصيلي – أسئلة اختيار من متعدد:(MCQ

السؤال 1:أي من الأنواع التالية من الماء في النفط يُعتبر الأكثر صعوبة في الفصل؟

A. الماء الحر
B. الماء المستحلب
C. الماء المذاب
D. الماء المكثف

✅الإجابة الصحيحة (B :الماء المستحلب

السؤال 2:أكثر الأملاح المسببة للتآكل عند تسخين النفط الخام هي:

A. NaCl
B. KCl
C. $CaCl_2$ و$MgCl_2$
D. NH_4Cl

✅الإجابة الصحيحة(C : $CaCl_2$ و$MgCl_2$

السؤال 3:من طرق إزالة الماء والأملاح من النفط الخام:

A. الفلترة فقط
B. التجميد
C. إزالة الغازات
D. الغسل بالماء العذب

✅الإجابة الصحيحة (D :الغسل بالماء العذب

السؤال 4:الرواسب في النفط يمكن أن تشمل:

A. ثاني أكسيد الكربون
B. الرمل والطين والصدأ
C. الكبريت النقي
D. الماء العذب

✅الإجابة الصحيحة (B :الرمل والطين والصدأ

السؤال 5:ما هو الهدف من اختبارBS&W ؟

A. قياس نسبة الكبريت
B. تحليل المركبات العطرية
C. تحديد نسبة الماء والرواسب
D. قياس درجةAPI

✅الإجابة الصحيحة (C :تحديد نسبة الماء والرواسب

✅الاختبار الثاني (أسئلة مقالية قصيرة):

السؤال 1:وضح باختصار الفرق بين الماء الحر والماء المستحلب والماء المذاب في النفط الخام.

الإجابة النموذجية:

الماء الحر: يوجد كطور منفصل ويمكن رؤيته بسهولة، يُفصل بالترسيب.

الماء المستحلب: يكون في صورة مستحلبات دقيقة داخل النفط، ويحتاج إلى كواسر استحلاب.

الماء المذاب: يذوب بكميات صغيرة جدًا في النفط، يصعب فصله ميكانيكيًا.

السؤال 2:ما هي المخاطر الصناعية الناتجة عن وجود الأملاح في النفط الخام؟

الإجابة النموذجية:

1.تسبب تآكل شديد في الأنابيب والمعدات بسبب تكوين.HCl

2.تعزز تكوين المستحلبات مما يصعب فصل الماء.

3.تترسب وتسبب انسدادات ميكانيكية في الأنابيب والمبادلات الحرارية.

السؤال 3:اذكر ثلاث طرق صناعية لإزالة الماء والأملاح من النفط الخام.

الإجابة النموذجية:

1 .الترسيب بالجاذبية.

2 .الفصل بالطرد المركزي.

3 .استخدام الكهرباء (التحلية الكهروستاتيكية).

السؤال 4:ما فائدة إجراء اختبار BS&W وما العوامل التي تؤثر على دقته؟

الإجابة النموذجية:

1.يحدد نسبة الماء والرواسب في النفط الخام.

2.يساعد في تقييم جودة النفط قبل التكرير.

3.تتأثر دقته بمدة الطرد، نوع المذيب، درجة الحرارة، ومهارة الفاحص.

✅الاختبار الثالث (فراغات):أكمل الجمل التالية:

1 .الأملاح الموجودة في النفط غالبًا ما تكون ذائبة في_____.

✅الإجابة: الماء المصاحب.

2 .الماء المستحلب يصعب فصله إلا باستخدام _____ أو_____.

✅الإجابة: كواسر استحلاب / الحرارة أو الكهرباء.

3 .من الأملاح المسببة لتكوين HCl عند التسخين: _____ و_____.

✅الإجابة: كلوريد الكالسيوم / كلوريد المغنيسيوم.

4 .اختبار BS&W يستخدم جهاز _____ لقياس النسبة.

✅الإجابة: الطرد المركزي.

5 .الرواسب مثل الرمل والطين تسبب _____ و _____ في الأنابيب.

✅ الإجابة: انسدادات / تآكل ميكانيكي.

واجبات منزلية:-

الواجب الأول: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1 .ما نوع الماء الذي يمكن فصله بسهولة عن النفط الخام؟

أ) الماء المستحلب

ب) الماء الحر

ج) الماء المذاب

د) لا شيء مما سبق

2 .أكثر الأملاح تأثيرًا في تآكل المعدات عند تسخين النفط الخام هو:

A. $NaCl$
B. KCl
C. $MgCl_2$
D. $LiCl$

3 .إحدى طرق إزالة الأملاح من النفط تعتمد على استخدام:

أ) الماء البارد

ب) الماء العذب

ج) الهواء المضغوط

د) غاز ثاني أكسيد الكربون

4 .تقاس نسبة الرواسب والماء في النفط الخام باستخدام:

أ) مقياس الضغط

ب) جهاز الطيف الضوئي

ج) جهاز الطرد المركزي

د) مقياس اللزوجة

الواجب الثاني: أسئلة مقالية (قصيرة ومباشرة)

1 .عدد أنواع الماء الموجودة في النفط الخام وفسّر الفرق بينها.

2 .ما هي الأخطار التي تسببها الأملاح عند دخولها لوحدات التكرير؟

3 .اشرح باختصار كيفية عمل اختبار.BS&W

4. اذكر ثلاث طرق صناعية تستخدم لإزالة الشوائب من النفط الخام.

المصادر:

1. "Petroleum Production Systems"

المؤلفون: Michael J. Economides, A.Daniel Hill, Christine Ehlig-Economides

✅يحتوي على فصل مخصص لفصل الماء والرواسب وطرق المعالجة في مراحل الإنتاج المبكر.

2. "Fundamentals of Petroleum Refining"

المؤلف: Mohamed A. Fahim, Taher A. Al-Sahhaf, Amal Elkilani

✅يتناول بالتفصيل خصائص النفط الخام وأثر وجود الأملاح والماء والرواسب على عمليات التكرير.

3. "Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering"

✅مرجع شامل للهندسة النفطية، يتضمن شرحًا فنيًا وعمليًا لاختبار BS&W ، والمشاكل الناتجة عن وجود الأملاح والماء.

4. "Crude Oil: Composition, Classification and Properties"

المؤلف: Jan Janse van Rensburg (وآخرون)

✅يشرح مكونات النفط الخام الطبيعية بما في ذلك الماء المستحلب، والأملاح الذائبة، والرواسب غير العضوية.

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

الاسبوع التاسع و العاشر:

تصنيف النفط الخام

التصنيف العام : ان اختلاف الكبير في تركيب النفط الخام المستخرج من حقول نفطية مختلفة جعل من الصعوبة ايجاد تصنيف ثابت ومحدد وبالرغم من انتاج النفط الخام المتزايد في مناطق عديدة من العالم فانه وجد بان نسبة قليلة منه يحتوي على مواد شمعيه بدون مواد اسفلتية او يحتوي مواد اسفلتيه ولكن بدون مواد شمعية ونوع ثالث يشكل 90% من النفوط الخام وتعى بنفوط الأساس المختلف والتي موادها الثقيلة على مواد اسفلتية وشمعية مما سبق يتضح وجود الانواع الثلاثة الاتية من النفوط .

1- **النفوط الخام ذات الأساس البرافيني** : **Paraffinic Base Crude olis**

وتتميز هذه النفوط بانها تحتوي على نسبة عالية من البرافينات بالمقارنة مع المركبات الاخرى كما انها تحتوي على مستوى عالي من الشمع البرافيني ويكون هذ النوع ملائمة لانتاج انواع جيدة من وقود الديزل وانواع جيدة من الزيوت المعدنية وخاصة تلك التي تستخدم في تزييت المحركات ذات الاحتراق الداخلي وتنتج كلاً من الجزائر وليبيا وهذا النوع من النفوط

2- النفوط الخام ذات الاساس النفثيني: Naphthinic Base Crude Oils

وتتميز هذه النفوط بانها تحتوي على نسبة عالية من النفثينات وخصوصاً من المقطرات الوسطية والثقيلة منها مما يجعلها ملائمة لإنتاج الكازولين الجيد و للإنتاج انواع جيدة من زيوت تزييت الطائرات وبعض المعدات كما يحتوي الجزء الثقيل منها على نسب عالية من الأسفلتينات مما يجعلها صالحة لأنتاج الأسفلت ولاينتج هذا النوع من النفوط في الاقطارالعربية اذا ينحصر انتاجه من كل من المكسيك وفنزويلا

3- النفوط الخام ذات الأساس المختلط Mixed Base Crude Oils

وهي النفوط الحاوية على نسب متقاربة من البرافينات والنفثينات وبذلك فهي نفوط متوسطة تقع بين النوعين الأول والثاني وتكون مواصفات جميع منتجاتها مقبولة ولكنها ليست بنفس جودة منتجات النوعين الأخرين ويستخدم هذا النوع من النفوط في انتاج بعض الزيوت التي لها خواص متوسطة وينتج هذا النوع من النفوط في اقطار الشرق الأوسط السوفيتي وكثير من دول العالم .

التصنيف التفصيلي

نظراً لأن بعض النفوط الخام تختلف نسب هذه المركبات في منتجاتها الخفيفة والمتوسطة عنها والمنتجات الثقيلة فان التصنيف التفصيلي يكون على الوجه الأتي :

1- **نفوط خام برافينية / برافينية** اي ان كلا من منتجاتها الخفيفة والمتوسطة والثقيلة اغلبها من نوع برافيني

2- **نفوط خام برافينية/نفثينية اي ان** كلا من منتجاتها الخفيفة برافينية والمتوسطة والثقيلة اكثرها نفثينية

3- **نفوط خام نفثينية/**برافينيةاي منتجاتها الخفيفة نفثينية ومنتجاتها المتوسطة والثقيلة برافينية(شمعية)

4- **نفوط خام نفثينية /نفثينية** اي ان منتجاتها الخفيفة والمتوسطة والثقيلة اغلبها نفثينية

التصنيف حسب طريقة U.S.Bureau of mines

تعتمد هذه الطريقة على وجود نوع معين من المواد الهايدروكاربونية في الجزء الخفيف من النفط الخام والثاني في الجزء الأثقل وقد افترض وجود جزئين يسميان(Keyfraction) والذي يصنف على اساسه النفط الخام الى برافين متوسط (مخلوط) نفثيني معتمداً على الكثافة القياسية (API gravity) وقد تم اختيار الجزئين كما يأتي :-

1- الجزء الأول يتقطر بين 250-275 م تحت ضغط 1 جو.

2- الجزء الثاني يتقطر بين 275-300 م تحت ضغط 40 ملم زئبق ومن ثم يصنف النفط حسب الجدول

التصنيف	APIالجزء (1)	APIالجزء (2)
برافيني	≥ 40	≥30
برافيني – مخلوط	≥ 40	30-20
مخلوط – برافيني	40 -33	≥30
مخلوط	40 – 33	30-20
مخلوط – نفثيني	40 -33	≤20
نفثيني – مخلوط	≤ 33	30-20
نفثيني	≤ 33	≤20

التصنيف التجاري

هذا التصنيف اكثرشيوعاً لسهولته ولو انه غير سليم من الناحية العلميه وهويعتمدعلى الكثافة القياسية API

$$API=\frac{141.5}{\frac{15}{15}\text{ الوزن النوعي}}-133.5$$

وهو المستخدم تجارياً لتحديد جودة النفط الخام وبالتالي السعر المناسب له بعد تعديله قليلا وفقاً لما يحتويه من نسب الكبريت والشموع وعادة يعتبر النفط الذي تزيد الAPIله عن 34 بأنه نفط خفيف والذي APIل بين 28-34 بأنه نفط متوسط ومايقل عن ذلك بانه نفط ثقيل ويعد النفط السعودي الخفيف الذي تبلغ APIله 34,5وهو النفط الخام القياسي لتحديد سعر النفط الخام عالمياً.

اختبارات بعدية

1 .أي نوع من أنواع النفط الخام يحتوي على نسبة عالية من الشمع البرافيني؟

أ) نفط نفثيني

ب) نفط مختلط

ج) نفط برافيني ✔

د) نفط أسفلتي

2 .النفط الخام الذي يحتوي على نسب متساوية تقريبًا من البرافينات والنفثينات يُعرف باسم:

أ) النفط الخفيف

ب) النفط النفثيني

ج) النفط المختلط ✔

د) النفط الشمعي

3 .أي من الدول التالية تنتج النفط الخام النفثيني؟

أ) السعودية

ب) المكسيك ✔

ج) ليبيا

د) الجزائر

4 .عندما تكون قيمة API للنفط الخام أقل من 28 فإننا نصنفه كـ:

أ) نفط خفيف

ب) نفط متوسط

ج) نفط ثقيل ✔

د) نفط مشع

5 .حسب طريقةU.S. Bureau of Mines ، إذا كان API للجزء الأول ≤ 40 والجزء الثاني ≤ 30 فإن النفط يُصنف كـ:

أ) مخلوط

ب) نفثيني

ج) برافيني ✔

د) نفثيني – مخلوط

6 .النفط البرافيني يحتوي على نسب عالية من الأسفلتينات.
✘ خطأ

7 .النفط المختلط يتميز بجودة متوسطة في منتجاته مقارنةً بالنفط البرافيني والنفثيني.
✔ صح

8 .التصنيف التجاري للنفط يعتمد فقط على اللون والرائحة.
✘ خطأ – يعتمد على API والكبريت والشموع

9 .النفط النفثيني يستخدم غالبًا في إنتاج وقود الطائرات والأسفلت.
✔ صح

10 .الكثافة النوعية (API) تُحسب باستخدام معادلة قياسية متعلقة بالوزن النوعي.
✔صح

واجبات منزلية:-

1 .اشرح باختصار الفرق بين النفط البرافيني والنفثيني من حيث التركيب والاستخدام.

2 .فسّر لماذا لا يُنتج النفط النفثيني في الأقطار العربية غالبًا ؟

3 .بيّن العلاقة بين نوعية النفط الخام وقيمة API.

4 .ما أهمية معرفة تصنيف النفط الخام بالنسبة لمصافي التكرير؟

5 .اشرح التصنيف العام للنفوط الخام مبينًا الأنواع الثلاثة الرئيسية ومميزات كل نوع.؟

6. قارن بين النفط البرافيني والنفثيني من حيث:

1-التركيب الكيميائي. 2-الاستخدامات. 3-أماكن الإنتاج؟

7 .بيّن أهمية التصنيف التفصيلي للنفط الخام، ولماذا لا يكفي الاعتماد فقط على التصنيف العام؟

8 .اشرح كيف يتم تصنيف النفط حسب طريقة مكتب المناجم الأميركي (U.S. Bureau of Mines)، واذكر كيف تُستخدم القيم API في هذا التصنيف؟

9 .ما الفروقات بين التصنيف العلمي (الكيميائي) والتصنيف التجاري للنفط الخام؟ وضّح مع الأمثلة؟

10 .إذا علمت أن نفطًا خامًا يحتوي علىAPI=35 ، ونسبة كبريت منخفضة، فأي تصنيف تجاري ينتمي إليه؟ وهل تتوقع أن يكون ذا قيمة تجارية عالية أم منخفضة؟ ولماذا؟

11 .أعطِ رأيك العلمي: لماذا لا تُنتج الدول العربية عادة النفط من النوع النفثيني؟ وهل لذلك علاقة بالجيولوجيا أو ظروف التكوين؟

12. افترض أن مصفاة تحتاج إلى إنتاج زيوت طيران وأسفلت، أي نوع من أنواع النفط سيكون الأنسب؟ ولماذا؟

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

الاسبوع الحادي عشر و الثاني عشر

تقييم مواصفات النفط الخام

مواصفات النفط الخام:

بيّنا سابقاً أن النفط الخام يحتوي على عدد كبير من المركبات وخصوصاً في المشتقات النفطية ذات درجات الغليان العالية، لذا فإنه من الضروري معرفة المركبات الموجودة فيه، إن المواصفات لمادة النفط لها أهمية لتحديد نوعية العمليات المطلوب إجراءها لتحويله إلى مشتقات مختلفة عالية الجودة. إن أهم المواصفات المطلوبة هي الآتي:

1 .الوزن النوعي:

يمثل نسبة كثافة المادة المستعملة إلى كثافة الماء النقي عند نفس الدرجة الحرارية، وقد عرّف المعهد الأمريكي للبترول American Petroleum Institute الوزن النوعي بالعلاقة الرياضية الآتية:-

$$API=\frac{141.5}{\text{الوزن النوعي } 15}-133.5$$

وكلما كانت درجة API عالية فإن كمية المشتقات الخفيفة عالية.

2 .المحتوى الكبريتي:Sulphur content

يعبر عنه بالنسبة المئوية للكبريت في النفط الخام، ولهذه النسبة أهمية كبيرة في تقييم النفط الخام ومستقبله، لأن كلما كانت النسبة عالية فإن نوعية النفط الخام تكون غير جيدة.

3 .درجة الانسكاب:

هي درجة الحرارة التي يتوقف بها النفط الخام عن الحركة، وتعد هذه الدرجة كذلك أولية لكمية المواد البارافينية الموجودة بالنفط. ولقياس درجة الانسكاب، يتم تبريد النفط ببطء إلى درجة حوالي 45م°، وذلك بإزالة جميع المواد القابلة للتبخر، ثم يبرد إلى 33م°بوضعه في أنبوبة خاصة في جهاز تبريد منظم لدرجة (30-15)م°، أقل من درجة الانسكاب المتوقعة للنموذج، ويتم التأكد من نموذج كل 3°م في حالة مختلطة عند حركة النفط عند وضع الأنبوبة بشكل أفقي لمدة 5 ثواني. وإذا لم يتحرك النفط الخام قد وصل إلى حالة التصلب،إن درجة الانسكاب تكون 3°م أعلى من درجة التصلب المقاسة.

4 .المتبقي الكربوني:

عبارة عن النسبة المئوية للمحتوى الأسفلتي للنفط الخام أو زيوت التزييت المنتجة. إن الزيوت ذات المتبقي الكربوني المرتفع تكون قابليتها للجودة وحسب المتبقي الكربوني من التقطير في فضاء خالٍ من الهواء، وذلك بتسخين النفط عند درجات حرارية مرتفعة بمعزل عن الهواء (تقطير تفالٍ)، حيث يتم تبخير المشتقات النفطية الخفيفة وتكسير الهيدروكاربونية بتأثير الحرارة المرتفعة مما يسبب تلف الكاربون.

.بين درجة الغليان والوزن النوعي وحسب المعادلة الآتية:

$$K = Tb^{1/3}/Sp_{gr}$$

K =معامل السلوكية

Tb= درجة الغليان بدرجة رانكن Sp_{gr} = الوزن النوعي عند درجة 15/15

R= 460 +F

تتراوح قيمة K للهيدروكاربونات البارافينية بين (12.5 – 13) و النفتينية بين (11 – 12) والعطرية بين(12 – 9.8) .

2 -دليل الارتباط:

عبارة عن العلاقة بين الوزن النوعي في 15/15 مقابل مقلوب درجة الغليان بوحدة الكلفن ويستخدم في تقييم المشتقات النفطية، إذ أن قيم دليل الارتباط للهيدروكاربونات المستقيمة السلسلة = 0 والبنزين = 100

إذا كانت قيمة دليل الارتباط بين (5 - 0) فإن المشـــتقات النفطية تحتوي على مركبات أروماتية.
وإذا كان دليل الارتباط بين (50 - 5) فإن المشـــتق النفطي خليط من مركبات بارافينية ونفتينية وعطرية.

وإذا كان دليل الارتباط أكبر من 50 فإن المشتق النفطي يتكون من مركبات عطرية كبيرة.

3 -محتوى النيتروجين:
عبارة عن نســـبة المركبات النيتروجينية في النفط الخام، وإن وجود هذه المركبات يعد مؤشـــراً في نوعيتها، حيث تســـمّى المادة المســـتخدمة في عملية المعالجة بـــــ"المسا". وعند زيادة المحتوى عن 0.25 وزناً فإن الأمر يلزم عمليات خاصة لإزالته.
4 -مدى التقطير:
إن مدى الغليان للنفط يعطي دلالة على كمية المشتقات النفطية المختلفة الموجودة فيه، وإن أهم أنواع التقطير:

1 -تقطير الغليان الحقيقية True Boiling Distillation – TBP
2-تقطير هامبل Hempel distillation

5 -الضغط البخاري بطريقة ريد:
يمثل الضغط البخاري للمشتقات النفطية الخفيفة أو النفط الخام ذو الوزن النوعي الواطي ويقاس عادة بملم الزئبق عند درجة(37.8°C) ، كلما كانت المركبات الهيدروكاربونية الخفيفة عالية فإن الضغط البخاري يكون عاليًا، والضغط البخاري أهمية كبيرة في تبيين الظروف الآمنة للخزن والنقل ومدى مطابقتها لمتطلبات الاحتراق.

نقطة الوميض:
تمثل أقل درجة حرارية يتم تسخين النموذج لتكوين خليط من بخاره مع الهواء قابل للاشتعال عند تقريب لهب منها، وتتميز بأن الاشتعال ينطفئ حالاً، وفي حالة الاستمرار بالتسخين فإنه عند تقريب لهب فإن العينة تشتعل ولا تنطفئ.
نقطة الاشتعال:
وهي الدرجة الحرارية التي يشتعل فيها بخار المنتج النفطي مع الهواء ولا ينطفئ ويكون نقطة الاشتعال أعلى قليلاً من نقطة الوميض، وهناك ثلاثة طرق لقياس نقطة الوميض وهي:
اللزوجة:
تكون على نوعين:

1 .اللزوجة الديناميكية وتقاس بوحدة البواز Poise أو سنتي بواز.
محتوى الماء:Water Content
هي النسبة المئوية للماء في النفط الخام أو منتجات النفط ويمكن إزالته بالبخار الكهربائي أو نزع الماء وكلاهما معاً، ويتم معرفة المحتوى المائي من النفط أو منتجاته باستخدام طريقة دين ستارك القياسية.Dean-Stark (IP-74)
محتوى الرواسب:Sediment Content
تمثل الأطيان والمستحلبات والترسيبات الأخرى التي تظهر في النفط الخام، و يتم 1٪ من النفط الخام.
تسبب هذه المواد انسداد الأنابيب والممرات في مصافي النفط وخاصة المنتجات الثقيلة.
يحسب محتوى الماء والرواسب بطريقة العزل بالطرد المركزي القياسية IP-75 (Centrifuge method).
محتوى الرماد:Ash Content
يمثل المتبقي بعد احتراق مكونات الوقود القابلة للاحتراق ومصدره الغازات في البنزين، والتي يجب أن لا تتجاوز نسبته 0.1٪ حيث تؤثر على عمل المراحل الجبرية والأفران الصناعية، ويتم حسابها بالطريقة القياسية.(IP-4)
محتوى الأملاح:Salt Content
منذ خروج النفط الخام من باطن الأرض تتواجد الأملاح والتي تسبب مشاكل كثيرة من ترسيبات في الأنابيب والمراجل وأبراج التقطير، فإن لم تتم إزالتها في منطقة التحول إلى بنزين، تحسب محتوى الأملاح في النفط الخام بطريقة.(IP-77)
محتوى كبريتيد الهيدروجين:Hydrogen Sulphide Content

H_2Sمن الغازات السامة، له رائحة كريهة، لكونه غاز غير مرغوب، وهناك طريقتان لإيجاد تركيز:H_2S

الأولى باستخدام ورق خلات الرصاص

الأخرى بتحويله إلى كبريت والذي يمكن حسابه بعدة تحليلات.

اختبارات بعدية

السؤال 1:ما العلاقة بين درجة API ونوعية المشتقات النفطية؟
الإجابة:
كلما زادت درجةAPI ، زادت نسبة المشتقات الخفيفة في النفط، مما يدل على جودة أعلى وقيمة اقتصادية أكبر.
السؤال 2:ما أهمية قياس المحتوى الكبريتي في النفط الخام؟
الإجابة:
لأن الكبريت يسبب التآكل للمعدات ويؤدي إلى مشاكل بيئية، والنفط ذو المحتوى الكبريتي العالي يُعد منخفض الجودة ويتطلب معالجة متقدمة.
السؤال 3:اشرح كيف تُحدد درجة الانسكاب للنموذج النفطي؟
الإجابة:
يتم تبريد العينة تدريجيًا ومراقبة حركتها. إذا لم تتحرك عند ميل الأنبوب لمدة 5 ثوانٍ، تعتبر العينة قد تجمدت، وتكون درجة الانسكاب 3 °Cأعلى من هذه الدرجة.
السؤال 4:ما هو معامل السلوكية(K) ، وما أهميته؟
الإجابة:
K = (Tb)^1/3 / Sp gr
هو دليل لتحديد نوع المركبات الهيدروكربونية (بارافينية، نفتينية، عطرية).
السؤال 5:ما فائدة اختبار الضغط البخاري بطريقة ريد؟
الإجابة:يحدد مدى تطاير النفط أو المشتقات، ويستخدم في تحديد شروط الخزن والنقل الآمن.
السؤال 6:ما الفرق بين نقطة الوميض ونقطة الاشتعال؟
الإجابة:
نقطة الوميض: أقل درجة حرارة يحدث فيها اشتعال لحظي.
نقطة الاشتعال: درجة حرارة تشتعل عندها العينة ويستمر الاشتعال.

السؤال 7:ما المقصود بمحتوى الرواسب، ولماذا يُعد مهمًا؟
الإجابة:
الرواسب تشمل الطين، الأطيان، المستحلبات... تؤدي إلى انسداد الأنابيب وتلف المعدات، خاصة في المنتجات الثقيلة.
السؤال 8:كيف يتم قياس محتوى الماء في النفط؟
الإجابة:
بطريقة Dean-Stark (IP-74) أو باستخدام الطرد المركزي مع فصل الحرارة أو الكهرباء.
السؤال 9:اذكر المشاكل الناتجة عن وجود الأملاح في النفط الخام.
الإجابة:

تآكل الأنابيب والمعدات.

انسدادات في وحدات المعالجة.

مشاكل في نزع الكبريت والتقطير.
السؤال 10:ما هي طرق قياس كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في النفط؟
الإجابة:

1 .باستخدام ورق خلات الرصاص.
2 .بتحويل الغاز إلى كبريت وتحليله لاحقًا.
السؤال 11:ما دلالة دليل الارتباط في تقييم نوع النفط؟
الإجابة:

0 :5 – أروماتيات.

5 :50 – خليط.

:50 <أروماتيات ثقيلة.

السؤال 12:اذكر نوعي اللزوجة المستخدمين في تقييم النفط.
الإجابة:

1. اللزوجة الديناميكية (بوَاز – Poise).

2. اللزوجة الحركية (سنتي ستوكس – cSt).

السؤال 13:ما هي المخاطر الناتجة عن وجود H_2S في النفط؟
الإجابة:

1. غاز سام برائحة كريهة.
2. خطر على صحة العمال.
3. تآكل المعدات.

السؤال 14:لماذا يُفضل النفط ذو الرماد المنخفض؟
الإجابة:
لأن الرماد يترسب في الأفران والمولدات ويسبب أعطالًا، ويجب ألا تتجاوز نسبته %0.1.

السؤال 15:كيف يُحسب محتوى الأملاح في النفط الخام؟
الإجابة:
باستخدام الطريقة القياسية IP-77 والتي تعتمد على فصل الأملاح وقياسها في العينة.

السؤال 16:لماذا تعتبر درجة الانسكاب مؤشرًا على محتوى البارافينات؟
الإجابة:
لأن البارافينات تتجمد عند درجات حرارة منخفضة، وارتفاع درجة الانسكاب يدل على وجود نسبة عالية من البارافينات.

السؤال 17:ما أهمية مدى التقطير في تقييم النفط الخام؟
الإجابة:
لأنه يحدد مدى توزيع المركبات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، مما يساعد في تحديد كفاءة التكرير والعائد من المشتقات.

واجبات منزلية:-

السؤال الأول:اشرح العلاقة بين الوزن النوعي للنفط الخام وقيمةAPI ، وكيف تؤثر على نوعية المشتقات المنتجة؟
السؤال الثاني:لماذا يُعد المحتوى الكبريتي من المؤشرات السلبية في تقييم النفط الخام؟ اذكر تأثيراته على المصافي والبيئة.
السؤال الثالث:صف بالتفصيل طريقة قياس درجة الانسكاب، ولماذا تعتبر مؤشرًا على وجود المواد البارافينية؟
السؤال الرابع:قارن بين الهيدروكربونات البارافينية، النفتينية، والعطرية بناءً على قيمة معامل السلوكية.K
السؤال الخامس:ما المقصود بدليل الارتباط؟ وكيف يُستخدم في تصنيف المشتقات النفطية؟
السؤال السادس:ما تأثير المركبات النيتروجينية على عمليات التكرير؟ ومتى تستدعي المعالجة الخاصة؟

السؤال السابع:اشرح الفرق بين تقطير TBP وتقطيرHempel ، وأيهما أكثر دقة في التقييم؟
السؤال الثامن:بيّن أهمية اختبار الضغط البخاري بطريقة ريد، خاصة في الخزن والنقل.

السؤال التاسع:فرّق بين نقطة الوميض ونقطة الاشتعال، واذكر استخدامات كلٍّ منهما في تقييم سلامة المنتجات النفطية.
السؤال العاشر:كيف تؤثر الرواسب والرماد في تشغيل المعدات النفطية؟ وما هي الطرق القياسية لقياسها؟

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

الاسبوع الثالث عشر

السؤال 1:ما العمر التقديري للنفط بحسب بعض النظريات الحديثة؟

أ) 300 مليون سنة ب) 3 ملايين سنة ج) 3 مليارات سنة د) 30 مليون سنة

الإجابة النموذجية: ✅ ج) 3 مليارات سنة

السؤال 2:تعود أقدم استخدامات النفط إلى:

أ) العصور الوسطى ب) الثورة الصناعية

ج) الحضارات القديمة مثل الفراعنة وبلاد الرافدين د) القرن العشرين

الإجابة النموذجية: ✅ ج) الحضارات القديمة مثل الفراعنة وبلاد الرافدين

السؤال 3:المصطلح "Petroleum" يعني:

أ) الوقود السائل ب) زيت الخضروات ج) زيت الصخر د) الذهب الأسود

الإجابة النموذجية: ✅ ج) زيت الصخر

السؤال 4:ما الخاصية التي تجعل بعض أنواع النفط تُسمى "زيتًا مرًا"؟

أ) لونه الداكن ب) احتواؤه على الغاز الطبيعي

ج) احتواؤه على كبريتيد الهيدروجين د) لزوجته العالية

الإجابة النموذجية: ✅ ج) احتواؤه على كبريتيد الهيدروجين

السؤال 5:ما الاسم الذي يُطلق على المادة الأسفلتية التي تُعتبر مرحلة وسيطة في تكوّن النفط؟

أ) نافتثا ب) بيتومين ج) كيروجين د) إسفلت

الإجابة النموذجية: ✅ ج) كيروجين(Kerogen)

✅القسم الثاني: أسئلة صح / خطأ

السؤال 6:النفط الخام هو خليط طبيعي يتكوّن فقط من الهيدروجين والكربون.

✅خطأ – يحتوي أيضًا على مركبات كبريتية وأوكسجينية ونتروجينية.

السؤال 7:النفط الخام قد يكون لونه بني فاتح أو أسود أو مائل إلى الأخضر.

✔صحيح

السؤال 8:جميع أنواع النفط تحتوي على كبريتيد الهيدروجين.

✔خطأ – هناك زيت حلو لا يحتوي على هذا الغاز.

السؤال 9:اللزوجة تعتمد على نسبة المواد الثقيلة في النفط.

✔صحيح

السؤال 10:النظرية المعدنية هي الأكثر قبولًا حاليًا لتفسير أصل النفط.

✔خطأ – النظرية الحديثة الحيوية (الكائنات الحية) هي الأكثر قبولًا.

✔القسم الثالث: أجب عن الأسئلة التالية

السؤال 11:ما الفرق بين النفط الخفيف والنفط الثقيل؟

الإجابة النموذجية:

النفط الخفيف يتميز بكثافة منخفضة ولزوجة منخفضة، ويسهل تكريره، بينما النفط الثقيل أكثر لزوجة وكثافة ويحتوي على مركبات ثقيلة ويصعب تكريره.

السؤال 12:اذكر اثنين من استخدامات النفط في الحضارات القديمة.

الإجابة النموذجية:

1-علاج بعض الأمراض الجلدية . 2-طلاء السفن. 3-الإضاءة في البيوت والمعابد.

السؤال 13:اذكر ثلاث خصائص فيزيائية رئيسية للنفط الخام.

الإجابة النموذجية:

1-الكثافة 2-اللزوجة 3-اللون 4-الرائحة.

السؤال 14:ما هي العوامل التي تؤثر على تكوّن النفط من الكيروجين؟

الإجابة النموذجية:

الضغط، الحرارة، والبكتريا اللاهوائية على مدى ملايين السنين.

السؤال 15:لماذا يُطلق على النفط اسم "الذهب الأسود"؟

الإجابة النموذجية:

لأنه مادة ذات قيمة اقتصادية عالية ولونه داكن، وهو مصدر رئيسي للطاقة والاقتصاد في كثير من الدول.

السؤال 16- ما السبب الرئيسي في تكوين حقول النفط؟

أ) تحلل النباتات الحديثة

ب) اصطدام الصفائح الأرضية

ج) توقف هجرة قطرات النفط بسبب وجود مصيدة

د) تسرب النفط إلى سطح الأرض

✓ الإجابة: ج) توقف هجرة قطرات النفط بسبب وجود مصيدة.

2-المصائد النفطية الناتجة عن الحركات الأرضية تعرف بأنها:

أ) مصائد جيولوجية كيميائية ب) مصائد طبقية ج) مصائد تركيبية د) مصائد رسوبية

✓ الإجابة: ج) مصائد تركيبية

3- من الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة في التنقيب عن النفط:

أ) الحفر بالمثقب اليدوي ب) المسح الزلزالي ج) التحليل الضوئي د) تحليل النبات

✓ الإجابة: ب) المسح الزلزالي

4- حوض الخليج العربي يمتد من:

أ) اليمن إلى أفغانستان ب) الخليج إلى تركيا ج) إيران إلى الهند د) قطر إلى مصر

✓ الإجابة: ب) الخليج إلى تركيا

5-أي نوع من النفط يتطلب وسائل اصطناعية لاستخراجه بسبب لزوجته العالية؟

أ) النفط الخفيف ب) النفط المصاحب ج) النفط الثقيل د) النفط المتكاثف

✓ الإجابة: ج) النفط الثقيل

السؤال 17:-حفر البئر الاستكشافي هو المرحلة الأولى في عملية التنقيب.

✗ خطأ – المرحلة الأولى هي دراسة الملامح الجيولوجية ورسم الخرائط.

7-تدفق النفط من البئر دائمًا ما يكون طبيعيًا دون الحاجة إلى وسائل صناعية.

❌ خطأ – في بعض الحالات يحتاج النفط إلى وسائل مثل المضخات أو حقن الغاز.

8- الحفر الدوراني هو الطريقة الأكثر استخدامًا لحفر آبار النفط حاليًا.

✅ صحيح

9-المادة العضوية التي تحولت إلى نفط تُشكل 20% من الصخور الرسوبية.

❌ خطأ – تشكل فقط حوالي 2%.

10-الغاز المستخدم في رفع النفط يسمى "غاز الإصعاد."

✅ صحيح

السؤال 18:- ما هي المصيدة النفطية؟ واذكر نوعين منها.

✅ الإجابة النموذجية:

المصيدة النفطية هي موقع في باطن الأرض يمنع استمرار هجرة النفط، مما يؤدي إلى تجمعه.

النوعان:

مصائد تركيبية (ناتجة عن الكسور والالتواءات)

مصائد طبقية (ناتجة عن تغير النفاذية) .

السؤال 19 :اذكر ثلاث مناطق تحتوي على أهم أحواض النفط في العالم.

✅ الإجابة النموذجية:

1-الخليج العربي 2-بحر قزوين 3- أمريكا الجنوبية (فنزويلا والبرازيل)

السؤال 20-ما أهمية المسح الزلزالي في التنقيب عن النفط؟

✅ الإجابة النموذجية:

يساعد في تحديد الطبقات الجيولوجية تحت سطح الأرض، وتحديد مواقع المصائد المحتملة لوجود النفط بدقة عالية.

السؤال 21-اشرح بإيجاز كيف يعمل الحفر الدوراني؟

✓ الإجابة النموذجية:

يُستخدم عمود حفر ينتهي بـ"دقاق"، يدور بقوة كهربائية ليخترق الصخور، ويُضخ طين الحفر ليحمل فتات الصخور إلى السطح.

السؤال 22-ما الفرق بين تدفق النفط الطبيعي والإصعاد بالغاز؟

✓ الإجابة النموذجية:

التدفق الطبيعي: يحدث نتيجة الضغط الطبيعي في المكمن.

الإصعاد بالغاز: يتم حقن الغاز داخل البئر لتقليل كثافة النفط ودفعه للأعلى عندما ينخفض الضغط الطبيعي .

السؤال 23-

1-أي من العناصر التالية يشكل النسبة الأكبر في تكوين النفط الخام؟

أ. الكبريت ب. الهيدروجين ج. الكربون ✓ د. الأوكسجين

.2ما الصيغة العامة للمركبات البرافينية؟

أ.C_nH_{2n-6} ب .C_nH_{2n+2} ✓ ج .C_nH_{2n} د.C_nH_{2n-2}

.3يسمى النفط الذي يحتوي على كميات كبيرة من كبريتيد الهيدروجين بـ:

أ. النفط الحلو

ب. النفط الخفيف

ج. النفط العطري

د. النفط الحامضي ✓

4.من المركبات الأروماتية الآتية، أيها يحتوي على أكبر عدد من ذرات الكربون؟

أ. البنزين

ب. التولوين

ج. النفثالين ✓

د. الزايلين

.5ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود يؤدي إلى:

أ. زيادة كفاءة الاحتراق

ب. تقليل الانبعاثات الضارة

ج. زيادة استهلاك الوقود ✔

د. تثبيت اللون في المنتجات النفطية

6 السؤال 24-

1.النسبة المئوية للكربون في النفط الخام تتراوح بين ✘ .(70% - 50%)

التصحيح: النسبة الحقيقية تتراوح بين 83.9% – 86.8%

2.المركبات النيتروجينية في النفط تساعد في تثبيت اللون في المشتقات النفطية ✘ .

التصحيح: تسبب عدم ثباتية اللون وتكوين الرواسب.

3. الهيدروكربونات النفثينية تحتوي على حلقات كربونية مشبعة ✔ .

4 .المركبات الكبريتية تعتبر غير ضارة على البيئة ✘ .

التصحيح: تسبب أضرارًا بيئية كبيرة ورائحة كريهة.

5.المركبات الأروماتية تحتوي على حلقات كربونية غير مشبعة ✔ .

السؤال 25-

1. تبدأ سلسلة البرافينات من الغاز _____ الذي يحتوي على ذرة كربون واحدة.

الإجابة: الميثان

2 .تزداد نسبة الكبريت في النفط كلما زادت._____

الإجابة: الكثافة

3.المركبات الحاوية على المعادن مثل ____ و____ قد تصل نسبها إلى آلاف جزء في المليون.

الإجابة: النيكل، الفناديوم

4.الصيغة العامة للهيدروكربونات النفثينية هي._____

الإجابةCnH2n :

5. المركب العطري C7H8 يعرف باسم._____

الإجابة: التولوين

السؤال 26-

1 .أي نوع من أنواع النفط الخام يحتوي على نسبة عالية من الشمع البرافيني؟

أ) نفط نفثيني

ب) نفط مختلط

ج) نفط برافيني ✓

د) نفط أسفلتي

2 .النفط الخام الذي يحتوي على نسب متساوية تقريبًا من البرافينات والنفثينات يُعرف باسم:

أ) النفط الخفيف

ب) النفط النفثيني

ج) النفط المختلط ✓

د) النفط الشمعي

3 .أي من الدول التالية تنتج النفط الخام النفثيني؟

أ) السعودية
ب) المكسيك ✓
ج) ليبيا
د) الجزائر

4 .عندما تكون قيمة API للنفط الخام أقل من 28 فإننا نصنفه كـ:

أ) نفط خفيف

ب) نفط متوسط

ج) نفط ثقيل ✔

د) نفط مشع

5 .حسب طريقةU.S. Bureau of Mines ، إذا كان API للجزء الأول ≤ 40 والجزء الثاني ≤ 30 فإن النفط يُصنف كـ:

أ) مخلوط

ب) نفثيني

ج) برافيني ✔

د) نفثيني – مخلوط

السؤال 27-

6 .النفط البرافيني يحتوي على نسب عالية من الأسفلتينات.
✘ خطأ

7 .النفط المختلط يتميز بجودة متوسطة في منتجاته مقارنةً بالنفط البرافيني والنفثيني.
✔صح

8 .التصنيف التجاري للنفط يعتمد فقط على اللون والرائحة.
✘ خطأ – يعتمد على API والكبريت والشموع

9 .النفط النفثيني يستخدم غالبًا في إنتاج وقود الطائرات والأسفلت.
✔صح
10 .الكثافة النوعية (API) تُحسب باستخدام معادلة قياسية متعلقة بالوزن النوعي.
✔صح

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي
الجامعـة التقنيـة الجنوبيـة
المعهـد التكنولوجـي بصرة
قسـم التقنيـات الصناعات الكيميائية

حقيبـــة تعليميـــة

فـــي

فيزياء النفط الخام

لطلبـــة المرحلـة الثانية

By

علي كامل محسن
مدرس مساعد
قسم تقنيات الصناعات الكيميائية
2025

9/الأسبوع الرابع عشر و الخامس عشر

معالجة النفط الخام

تدفق النفط الخام من البئر الى شبكات أنابيب تجمع النفط الخام يصاحبه نسبه مختلفه من الغاز الطبيعي ومن الماء وهذه تسبب صعوبات كثيره في خزن ونقل النفط الخام الى مصافي او وحدات التصفيه .

اهم عمليات المعالجة للنفط الخام هي :

اولاً: عمليات عزل الغاز الطبيعي المصاحب عن النفط الخام :- وتتم هذه العمليات في عدة محطات وهي

1 -محطات عزل الغاز البسيطة : وهي من اقدم الطرق ولاتزال تستخدم بكثرة حيث تربط شبكة انابيب جمع النفط من الابار الى وعاء او اوعية عمودية يخرج الغاز من الجزء العلوي

فيها ويرسل الى حارق بعيدة او محطات لمعاملته واستخدامه بشكل من الاشكال ان هذه الطريقة تحتاج الى بعض الآلات الدقيقة لضبط الضغط في الأوعية والأنابيب والخزانات .

2 -محطات عزل الغاز الطبيعي ذات الأوعية المائلة :تتكون هذه المحطة من مرحلة واحدة او مرحلتين من الأوعية المائلة تحتوي على شبكات وحواجز داخلها لمنع كتل وقطرات النفط الخام من الانبعاث مع الغاز المتصاعد الذي يترك الجزء العلوي من العازلات تجري السيطرة على هذا نوع من العازلات بالصمامات التي يجب ملاحظتها بدقة او الآلات الدقيقة بصورة أوتوماتيكية ان هذا النوع من عازلات النفط لايزال يستخدم بكثرة لبساطته وقلة كلفته وسهولة تشغيله خاصة بالنسبة الابار القديمة او الابار ذات الآبار ذات الضغط الوطيء.

3 -محطات عزل الغاز الطبيعي الحديثة : تمتاز هذه المحطات بانها مصممة تصميماً دقيقا يمر بمراحل عديدة ذات سيطرة اوتوماتيكية دقيقة وتكون من النوع الأفقي ومجهزة بما يأتي -:

أ- حواجز وحلقات لتحطيم الرغوة والفقاعات المتولدة

ب-منعطفات تعترض طريق الغاز قبل خروجه

ت-مشبكات دقيقة لغربلة الغاز من الكتل العالقة

ث- حواجز لتقليل حركة السائل والأمواج داخل العازلة

ج- ضوابط دقيقه للسيطرة على مستوى السائل والضغط والحرارة

ح- مقياس لكميات النفط الخام والغاز الخارجة من العازلات

4 -محطات عزل الغاز الطبيعي ذات الكفاءة العالية : ان هذا النوع من المحطات قليل استخدام الا في حالة توفير الماء وبخار الماء في مناطق محطات العزل فعلاوة على توفير المراحل المتعددة والآلات ضبط الضغط والجريان الدقيقة تضاف الى العازلات وكذلك تحتوي على:

أ- مبردات لتكثيف بعض الغازات الثقيلة ولترسيب السوائل العالقة

ب- مسخنات لتسخين الغاز بعد تبريده

ج- مسخنات للتسخين والسيطرة على درجة حرارة السائل ثم تبريده

خ- مبردات للنفط الخام اثناء مراحل العزل

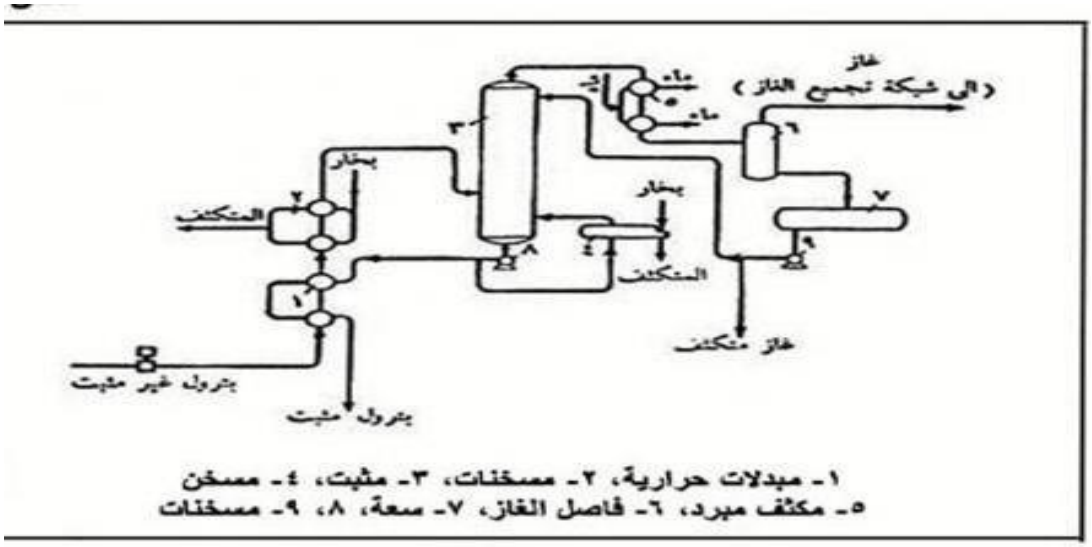
ثانياً -: تثبيت النفط الخام

أن عملية التثبيت تحدد كمية المواد الخفيفة الطيارة في النفط الخام قبل ضخه من صهاريج الخزن الاولى وهي بأبسط اشكالها عباره ازالة او نزع كمية من الغازات الهيدروكاربونية المذابة في النفط الخام بتسخين النفط الخام ثم عزل الغازات الطيارة منه في ابراج مصممه للتجزئة وتكثيف المواد الطيارة بالتبريد.
هناك طرق اخرى لتثبيت النفط الخام يستخدم فيها التبريد والضغط العالي للسيطرة على تجزئة الغازات الهيدروكاربونيه واستخدامها بصورة اقتصاديه مضبوطه.

ملخص عمل وحدة تثبيت نموذجيه للنفط الخام:

يدفع النفط الخام المنزوع منه الماء والذي لايحتوي على اكثر من 2% من الماء الى مبادلات حراريه حيث يسخن بواسطه النفط الخام المثبت الساخن , ثم يمر في مجموعه مبادلات حراريه مسخنه بالبخار ويضخ النفط الخام بعد تسخينه الى الى درجه 90 م الى جهاز التثبيت الذي يعمل تحت ضغط 1,5 ضغط جوي والمزود بمسخن يعمل على تثبيت درجة الحراره عند 110م ويدفع النفط الخام المثبت في مبادلات حراريه حيث يبرد على حساب تسخين النفط الخام غير المثبت ثم يجمع بعد ذلك في خزان , ويمر مخلوط البخار والغاز الخارج من جهاز التثبيت خلال مكثف وفاصل .
وتوجه الغازات الخارجه من الفاصل للمعالجه أو تدخل في شبكه جمع الغاز . أما المتكثف فيجمع في مركدات حيث يدفع جزء منه الى القسم العلوي بجهاز التثبيت كراجع.

ملاحظة : الشكل مطلوب حفظ مهم



مخطط وحدة نموذجية لتثبيت البترول

ثالثاً : ازالة الماء والأملاح من النفط الخام

يصاحب النفط الخام دائما اثناء استخراجه ماء وشوائب (أملاح, طين, رمل) .
يفصل الماء من النفط الخام في بعض الاحوال بسهوله نسبيه ولكنه يكون مستحلبات ثابته مع النفط في البعض الاخر.

يمكن ازالة الماء من النفط الخام بما يأتي:-

أ- الترسيب في الصهاريج : وهي من اقدم الطرق ولاتزال من اشهرها وهي قليلة الكلفة بالرغم من تأثيرها على الخزانات ومدة الخزن المطلوبة فيها

ب- الترسيب في عازلات الغاز الطبيعي : تصميم العازلات بصورة يمكنها عزل الماء بعد تجمعه في قعر العازلة تحافظ الضوابط على مستواه كما ترزق بعض المواد الكيمياوية مع النفط الخام.

ج- اضافة مزيل المياه المالحة :ان هذه العملية عبارة عن عملية ازالة الاملاح من النفط الخام بغسله بالماء النقي وتسخينه ثم اضافه المواد الكيمياوية التي تساعد على زيادة حجم كتل الماء العالقة في النفط الخام مع شحنة الكتروستاتيكية احيانا للإسراع في القضاء على كتل الماء العالقة وتجمعها وترسيبها وطرحها و وجود الرواسب والشوائب يؤدي الى خفض كفاءة المبادل الحراري.

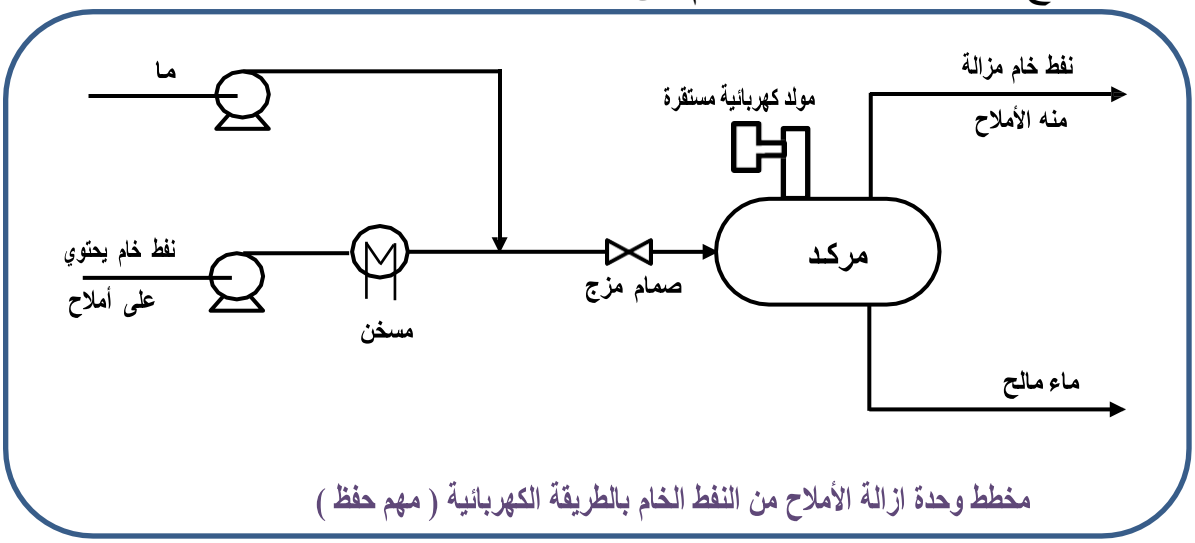
وهناك طريقتان لنزع الاملاح وازالتها من النفط الخام:-

1-الطريقة الكهربائية: تستخدم هذه الطريقة لأزاله الاملاح والماء من النفط الخام ونوع الاملاح المزالة هي الكلوريدات والكبريتات و البيكاربونات.

تتلخص هذه الطريقه لأزالة الاملاح حيث يسخن النفط بعد ذلك يضاف له ماء من اجل اذابة الاملاح الموجوده في النفط الخام)بعض الاحيان يضاف الماء قبل تسخين النفط الخام(بعد ذلك يمرر الخليط خلال جهاز تكوين الاستحلاب)من اجل تكوين مستحلب الماء والنفط(ومن ثم يمرر الخليط خلال مجال كهربائي مستقر ذات فولتيه عاليه في خزان معالجه افقي . ان المجال الكهربائي سوف يعمل على تجميع قطرات الماء وتركيدها الى اسفل الخزان وفي بعض الاحيان تضاف كميات قليله من المواد الكيمياويه للحصول على نتائج افضل.

يسحب النفط الخام المزاله من الاملاح من أعلى الخزان كما يسحب الماء والشوائب من اسفل الخزان.

ومن الممكن أن تتم هذه العمليه بعدة مراحل في حالة الاحتواء على كميات كبيره من الاملاح قبل ارسال النفط الخام الى التكرير .

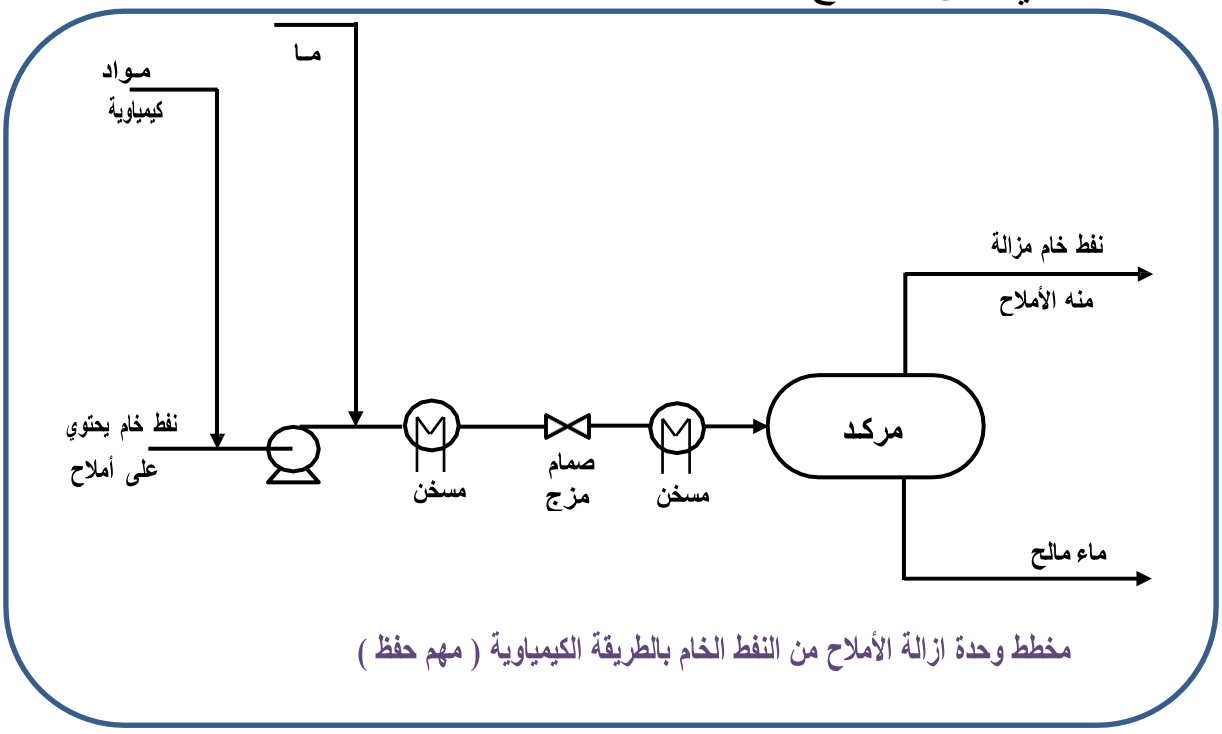


مخطط وحدة ازالة الأملاح من النفط الخام بالطريقة الكهربائية (مهم حفظ)

2.الطريقة الكيمياوية: تستخدم هذه الطريقة لإزالة الاملاح اللاعضوية والتي بوجودها تسبب غلق

المبادلات الحرارية وترسب الفحم في الأفران والتأكل وتستخدم لإزالة مركبات الزرنيخ والأثار القليلة من المعادن والتي تسمم العوامل المساعدة المستخدمة في العمليات النفطية.

تتلخص هذه الطريقه الكيمياويه:
تتواجد الاملاح في النفط الخام خلال طبقه رقيقه على شكل غشاء عضوي وهذه من الممكن فصلها من
النفط الخام بغسلها بالماء بوجود بعض المواد الكيمياويه الخاصه والملائمه لنوع الاملاح الموجوده في النفط الخام.
تضاف بعض المواد الكيميائيه الى النفط الخام من اجل الحصول على اس هيدروجيني PH معين يضاف بعد ذلك الماء من اجل اذابة الاملاح وللحصول على تماس جيد بين الماء والنفط الخام يمرر المزيج بعد ذلك خلال صمام مزج تتم العمليه بدرجة حرارة تتراوح بين (65-177) م معتمده على نوع النفط الخام المعالج.
أن فائدة الحرارة أنها تعمل على خفض الشد السطحي للنفط مؤديه الى تجمع قطرات الماء المحتويه على الاملاح بصوره سهله كما انها تؤدي الى خفض اللزوجه للنفط الخام مؤديه الى تقليل المقاومه لفصل الاملاح. ويمرر المزيج بعد ذلك خلال مركد بعد امراره خلال مبادل حراري . ان المركد مصمم بحيث يسمح للنفط بالبقاء بين (20-60) دقيقه يسحب النفط الخام المزال منه الاملاح من اعلى المركد ويسحب الماء المحتوي على الاملاح من اسفل المركد.



مخطط وحدة ازالة الأملاح من النفط الخام بالطريقة الكيمياوية (مهم حفظ)

اختبارات بعدية

السؤال الأول:ما هي المشاكل التي تواجه نقل النفط الخام مباشرة من البئر دون معالجة أولية؟
الإجابة النموذجية:
يصاحب النفط الخام عند استخراجه كميات من الغاز الطبيعي والماء، وهذه الشوائب تسبب مشاكل مثل:

1. ارتفاع ضغط الأنابيب.
2. تآكل المعدات.
3. صعوبة الخزن والنقل.
4. انخفاض جودة النفط.

السؤال الثاني:اذكر أنواع محطات عزل الغاز الطبيعي المصاحب مع شرح مختصر لكل نوع.
الإجابة النموذجية:

1 .محطات بسيطة: تعتمد على وعاء عمودي، الغاز يخرج من الأعلى، تتطلب ضبط ضغط يدوي.
2 .محطات ذات أوعية مائلة: تحتوي على حواجز لتقليل خروج كتل النفط مع الغاز.
3 .محطات حديثة: أفقية، مزودة بأنظمة تحكم أوتوماتيكية، حواجز ومشبات لتحطيم الرغوة وتنقية الغاز.
4 .محطات عالية الكفاءة: مزودة بمبردات، مسخنات، ومعدات فصل متطورة، تستخدم في الحالات التي يتوفر فيها بخار الماء.

السؤال الثالث:اشرح عملية تثبيت النفط الخام والغرض منها.
الإجابة النموذجية:
التثبيت يهدف إلى إزالة الغازات الطيارة من النفط الخام قبل نقله أو تخزينه.
يتم بتسخين النفط الخام وتمريره عبر برج فصل يعمل بضغط محدد، حيث تفصل الغازات ويتم تكثيفها وإعادة استخدام جزء منها.

السؤال الرابع:ما هي المراحل الأساسية لوحدة تثبيت النفط الخام؟
الإجابة النموذجية:
1 .تسخين النفط غير المثبت باستخدام مبادلات حرارية.

2 .رفع درجة الحرارة إلى 90-110°C.
3 .تمرير النفط إلى جهاز التثبيت تحت ضغط 1.5 ضغط جوي.

4 .فصل الغاز والبخار.
5 .تكثيف الغازات.
6 .إعادة جزء من المكثف إلى البرج وتحويل المتبقي إلى شبكة الغاز.
السؤال الخامس:ما هي الطرق المستخدمة لإزالة الماء من النفط الخام؟
الإجابة النموذجية:

1 .الترسيب في الصهاريج.
2 .الترسيب في عازلات الغاز الطبيعي.
3 .إضافة مزيل مياه + تسخين + مواد كيميائية.
4 .الفصل باستخدام الحقول الكهربائية أو الكيميائية.
السؤال السادس:ما الفرق بين الطريقة الكهربائية والطريقة الكيميائية في إزالة الأملاح؟
الإجابة النموذجية:

الطريقة الكهربائية: تستخدم مجال كهربائي عالي لتجميع قطرات الماء داخل خزان أفقي، بعد تسخين النفط وإضافة ماء.

الطريقة الكيميائية: تعتمد على غسل النفط بالماء في وجود مواد كيميائية مذيبة للملح، مع تسخين لضبط اللزوجة والشد السطحي.
السؤال السابع:ما أهمية إضافة مواد كيميائية خلال عملية إزالة الأملاح؟
الإجابة النموذجية:

1. تساعد على كسر الغشاء العضوي المحيط بقطرات الماء.

2. تزيد من حجم القطرات لتسهل ترسيبها.

3. تضبط قيمة pH لتحسين الذوبانية.

4. تسرع عملية الانفصال بين الماء والنفط.

السؤال الثامن:اذكر المشاكل الناتجة عن عدم إزالة الماء والأملاح من النفط الخام قبل التكرير.
الإجابة النموذجية:

1. تآكل أنابيب وأجهزة التكرير.

2. انسداد المبادلات الحرارية.

3. تكوّن الرواسب والطين داخل الأبراج.

4. تسمم العوامل المساعدة المستخدمة في التفاعلات الكيميائية.

واجبات منزلية:-

1 .عدد وشرح باختصار أنواع محطات عزل الغاز الطبيعي، موضحًا الفرق في التصميم والكفاءة بين كل نوع.

2 .ما هو دور الحواجز والمشَبّكات في محطات عزل الغاز الحديثة؟ وكيف تساهم في تحسين كفاءة الفصل بين الغاز والنفط؟

3 .اشرح بشكل مفصل كيفية عمل وحدة تثبيت النفط الخام، مبينًا أهمية تسخين النفط ودور المكثف والفاصل.

4 .ناقش أهمية تثبيت النفط الخام قبل نقله أو تخزينه، وما هي الفوائد الاقتصادية والفنية من هذه العملية؟

5 .وضّح المبدأ الأساسي لطريقتي إزالة الماء والأملاح من النفط الخام:

أ. الطريقة الكهربائية

ب. الطريقة الكيميائية

مع بيان الظروف التشغيلية المناسبة لكل منهما.

6 .تم تسخين النفط الخام إلى درجة حرارة 110 °C في وحدة التثبيت. إذا كانت درجة حرارة دخوله 40°C، احسب الفرق الحراري الذي يُستخدم في المبادلات الحرارية.

7 .اذكر ثلاث مشاكل ناتجة عن وجود الماء والشوائب في النفط الخام أثناء عمليات النقل أو التكرير.

8 .لماذا يُفضل استخدام المجال الكهربائي في إزالة الأملاح بدلاً من الطرق التقليدية في بعض الحالات؟ وضّح بمثال واقعي.

9 .قارن بين الترسيب في الصهاريج والترسيب في العازلات من حيث:

A. الزمن المطلوب
B. الكفاء
C. التكلفة التشغيلية

10 .ما هو تأثير وجود كبريتيد الهيدروجين H_2S على عمليات المعالجة؟ وكيف تتم مراقبته والتخلص منه؟

11 .أكثر الطرق استخدامًا لعزل الغاز الطبيعي في الآبار ذات الضغط الواطيء هي:
أ) محطات عزل الغاز ذات الكفاءة العالية
ب) محطات العزل البسيطة
ج) محطات الأوعية المائلة
د) التثبيت بالضغط العالي

12 .من فوائد استخدام الحرارة في عملية إزالة الأملاح:
أ) زيادة لزوجة النفط الخام
ب) تقليل المقاومة لفصل الأملاح
ج) زيادة الشد السطحي
د) منع التآكل فقط

13 .أي مما يلي ليس من مكونات وحدة تثبيت النفط الخام؟
أ) مبادل حراري
ب) جهاز تكوين الاستحلاب
ج) مسخن
د) مكثف وفاصل