الفصل الأول

١-١- تعريف النفط :

اشتقت كلمة (بترول) من كلمتين لاتينيتين هما : (بترا) ومعناها صخر و (أوليوم) ومعناها زيت فإذا أدغمت أو جمعت الكلمتان معاً تشكلت كلمة (بتروليوم) ومعناها زيت الصخر ، وهي الكلمة المستعملة في اللغة الانكليزية اليوم ، ومنها كلمة (بترول) المستعملة بالعربية وللبترول اسم آخر هو (النفط) وهي كلمة معربة مشتقة من الكلمة الإغريقية (نافثا) .

والبترول سائل زيتي ذو رائحة قوية ومكون من مواد عضوية والزيت الخام سائل أسود لزج يكاد يتكون كلية من عنصرين : هما الهيدروجين والكربون . ومع أن البترول الخام يكون على شكل سائل إلا أنه يحتوي أيضاً على مواد صلبة وغازية ، وهو يميل إلى اللون البني أو الأحضر الغامق وقد يكون عديم اللون أو أسود أحياناً .

١-٢- لمحة تاريخية :

عرف الإنسان النفط واستخدمه منذ الاف السنين ، ويقال إن اول بئر نفطية حفرت في شوش في جنوب إيران عام (٥٠٠) قبل الميلاد تقريباً . كما يعتقد بأن الصينيين كانوا يستخرجون النفط والغاز بوساطة أنابيب من الخيزران وحفارات من معدن البرونز منذ القرن قبل الميلاد . وكان يستخدم أساساً ولمئات السنين في الأغراض الطبية ولمنع تسرب الماء وفي بعض الأحيان للتشحيم والإنارة كما استخدم كإسفلت في المباني ورصف الطرق في بابل القديمة وكأسمنت لصنع اللبن ، واستعمل كسلاح ، إذ كان يستغل لإشعال النار التي كان يصد بها الأعداء .

ونادراً ما كان الإنسان في الماضي يستعمل النفط كزيت للإضاءة . وقد تم استعماله لهذا الغرض لأول مرة عام ١٨١٥ م . حيث استخدم إضاءة المصابيح في شوارع (براغ) في تشيكوسلوفاكيا سابقاً ، وقد استعمل الهنود الحمر في أريكا الشمالية النفط كدواء في معالجة بعض الأمراض ، أو كمادة في أعمال السحر والدهانات . والمعروف عن الأوروبيين أنهم كانوا يشترون النفط من الهنود الحمر ويحملونه معهم من أمريكا الشمالية ليستخدمونه كعلاج أيضاً .

ولم تبدأ صناعة البترول العصرية إلا عام ١٨٥٩ عندما حفر إدوين .ل. دريك (Edwin L.Drale). أول بئر بترولية في ولاية (بنسلفانيا) في الولايات المتحدة الأمريكية .

ويزعم بعض الخبراء ان اول بئر نفطية تم حفرها بالقرب من تشارلستون في غرب فرجينيا عام ١٨٠٦ . وفي أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين ، اهتمت الصناعة النفطية باستخلاص الكيروسين من النفط الخام لإضاءة المصابيح والمواقد ، كما بدأ لاعمل بتطوير استعماله للتشحيم في الوقت نفسه . وأهم من ذلك تطوير استخدام النفط كوقود للمراجل بحيث أصبح منافساً لأشكال الطاقة الأخرى ، وبخاصة الفحم ، كوقود للقاطرات والسفن ، وبحلول الحرب العالمية الأولى كانت صناعة التكرير قد تطورت بشكل ملحوظ حيث أصبح النفط يستعمل وقوداً للسيارات والطائرات . زقد كان من نتائج استعمال النفط في الأساطيل والسفن التجارية بدلاً من الفحم أن تعزز موقفه .

بهذا التقدم السريع ، أخذ النفط في الثلاثينات يتحدى دور الفحم ، الذي كان يلقب بالملك ، لأنه كان المصدر الرئيسي للطاقة في الصناعات العالمية ، حيث تزايد استهلاك العالم منه من نحو مليون برميل في اليوم في عام ١٩١٥ إلى أكثر من خمسة ملايين برميل في اليوم في عام ١٩٤٠ . وفي أعقاب الحرب العالمية الثانية حين بدأ الانتعاش الاقتصادي الذي انتهى في الستينات أخذ النفط مكانة الفحم المسيطرة على الاستهلاك العالمي للطاقة وفاق الإنتاج الإجمالي ٢٠ مليون برميل في اليوم .

ولقد تأسست منظمة البلدان المصدرة للبترول (أوبك) عام ١٩٦٠ لتمكن الدول الأعضاء من التحكم في استغلال مواردها الطبيعية لمواجهة الضغط المتزايد في الطلب العالمي .

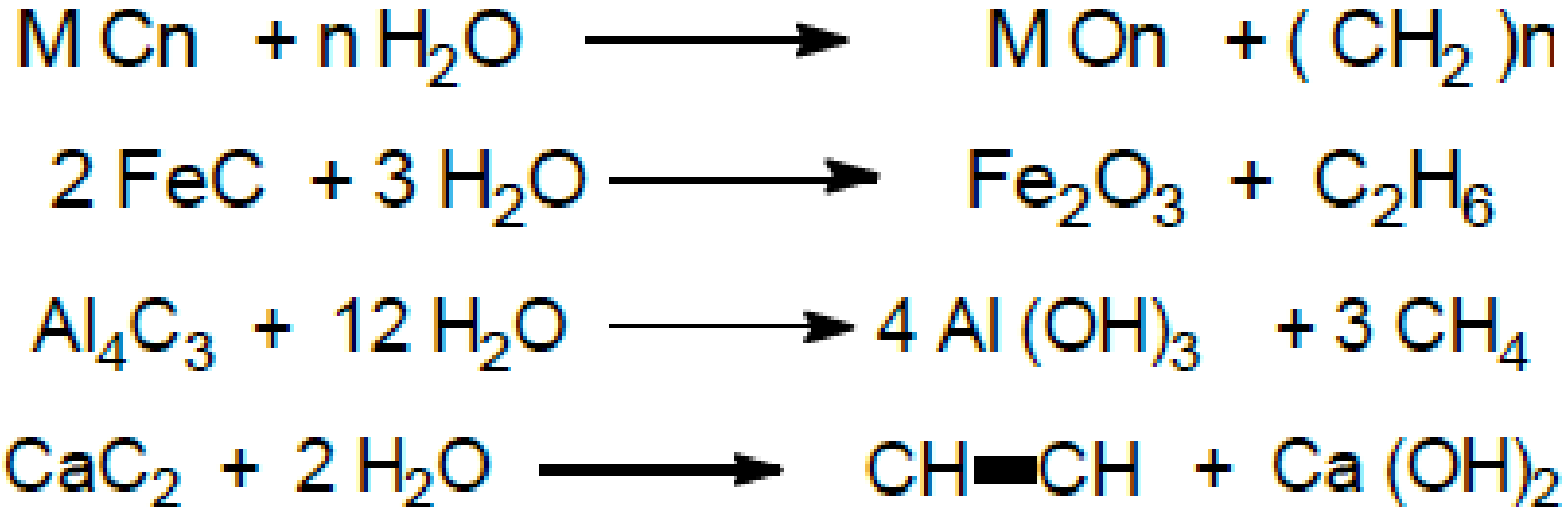
منشأ النفط وتركيبه الكيميائي وتصنيفه

١ – منشأ النفط (Origin of Petroleum) :

توجد آراء ونظريات كثيرة حول تكوّن النفط، وقد صنفت ضمن نظريتين رئيسيتين حول أصل النفط.

١ – ١ – النظرية اللاعضوية (الأصل المعدني للنفط) :

اقترح العالم مندلييف هذه النظرية عام(١٨٧٦-١٨٧٧)، حيث اعتقد أن المركبات الهيدروكربونية النفطية تتكون في باطن الأرض من جراء تأثير الماء على بعض كربيدات المعادن، وتتم التفاعلات بتأثير الحرارة والعوامل المساعدة. وقد اعتمد مندلييف هذا التفاعل أساساً لنظريته، متصوراً أن عملية تشكل النفط جرت على النحو التالي : لقد نفذ الماء إلى باطن الأرض عن طريق شقوق بلغ عمقها عشرات الكيلومترات، ثم بدأت كربيدات المعادن المتوفرة بالتفاعل معه مكونة الهيدروكربونات حسب الآلية التالية :


MCn + n H2O ⟶ MOn + (CH2)n
2 FeC + 3 H2O ⟶ Fe2O3 + C2H6
Al4C3 + 12 H2O ⟶ 4 Al(OH)3 + 3 CH4
CaC2 + 2 H2O ⟶ CH≡CH + Ca(OH)2

وتابع مندلييف افتراضاته قائلاً، إن الهيدروكربونات كانت تتبخر من بتأثير درجات الحـــرارة المرتفعـــة في باطن الأرض، وترتفع إلى منطقة أقل ضغطاً هي القشرة الأرضية الخارجية الباردة والمؤلفة من صخور رســـوبية، حيث تكثفت وتجمعت فيها. وهنا تم على ما يبدو تشكل المكامن الصناعية للنفط والغاز الطبيعي. إلا أنه ليس هناك ما يؤيد هذه النظرية، حيث يمكن توجيه الاعتراضات التالية عليها: فعلى الرغم من أن هـــذه التفـــاعلات ممكنة من حيث المبدأ فقد تبين من التجارب المخبرية أنه عند تفاعل كربيدات المعـــادن مـــع المـــاء تتكـــون هيدروكربونات سائلة تشبه النفط برائحتها ومظهرها الخارجي. بمساعدة هذه النظرية – لا يمكن تفسير ظهور كميات كبيرة من الهيدروكربونات المختلفة في تركيب النفط، لأن النفط حسب الدراسات الحديثة لتركيبـــه، يتألف من عدد هائل من الهيدروكربونات المعقدة ذات القوانين الخاصة بها، ولا يمكن الحصول عليها بتفاعلات الكربيدات مع الماء، لأن كمية الكربيدات الموجودة *(..SiC,WC,Cr_2C_3,TiC, Fe_3C)* قليلة جـــداً، لـــذلك لا يمكن الاعتماد على هذا التفاعل. إضافة إلى ذلك من غير المفهوم، كيف استطاع الماء الانتقـــال مـــن منطقـــة الضغوط المنخفضة على سطح الأرض إلى منطقة الضغوط العالية في باطنها؟

أثبتت الدراسات الحديثة لتركيب النفط وجود مواد كيميائية عضوية معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية مرتفعة مثل الهرمونات والكلورفيل، كما أن بعض المواد تحتوي على عنصر الآزوت وذات فعالية بصرية، مما يؤكد أن هذه المواد لا يمكن أن تتكون إلا بطريقة بيولوجية داخل جسم حيوان أو نبات.

لقد طرحت الفرضية الكونية أيضاً، التي اقترحها سوكولوف عام (١٨٩٢) كأحد الاحتمالات المتعلقة بالمنشأ اللاعضوي للنفط، حيث أُعيد تشكل الهيدروكربونات النفطية من الكربون والهيدرجين، إلى المراحل الكونية الأولى لتكون الكرة الأرضية والكواكب الأخرى من المجموعة الشمسية. وتقول هذه الفرضية: إن الصهارة (الماغما *Magma*)، قد امتصت في أثناء تشكل الكرة الأرضية الهيدروكربونات التي كانت قد تشكلت قبل ذلك. وعندما بدأت الصهارة تبرد نفذت الهيدروكربونات عن طريق الشقوق والتصدعات إلى الصخور الرسوبية في القشرة الأرضية. إذاً فالنفط حسب هذه الفرضية، ناتج من تحول هيدروكربونات الفضاء الكوني الأولية، التي سقطت على الأرض مع أشكال أخرى من المادة الكونية.

لا تعتمد هذه الفرضية على أية حقائق باستثناء وجود الميتان في جو بعض الكواكب، ووجود الكربون والهيدروجين في ذيل المذنبات والهيدروكربونات في النيازك. إلا أن النفط بتركيبه المتنوع شيء آخر، ومن الواضح أن هذه النظرية وما شابهها ذات طابع تأملي بسيط نقلت موضوع منشأ النفط إلى مجالات تصعب دراستها والبحث فيها.

هناك فرضية أخرى اقترحها كودريافتسيف تبرر المنشأ اللاعضوي للنفط وتنص هذه الفرضية على أن النفط يوجد منذ البداية أو يتكون في الصهارة (الماغما) بكميات قليلة ثم ينفذ خلال الشقوق والتصدعات إلى الصخور الرسوبية، حيث يملأ مساماتها. لم يستطع واضع هذه الفرضية وأنصاره من بعده تفسير آلية تشكل النفط ولكنهم استندوا استناداً غامضاً ومبهماً على اصطناع الهيدروكربونات من أكسيد الكربون والهيدروجين حسب تفاعل فيشر — تروبش أو الحصول عليها من الجذور الحرة $(CH^{\bullet} \ , \ CH_2^{\bullet})$.

$$CO + 3H_2 \longrightarrow CH_4 + H_2O$$

كما أنهم لم يتمكنوا من وضع آلية هجرة النفط من الصهارة إلى الصخور الرسوبية.

يظهر مما سبق، أن الفرضيات اللاعضوية حول منشأ النفط تتعارض مع المعطيات الجيولوجية والمعلومات الحديثة حول تركيب النفط.

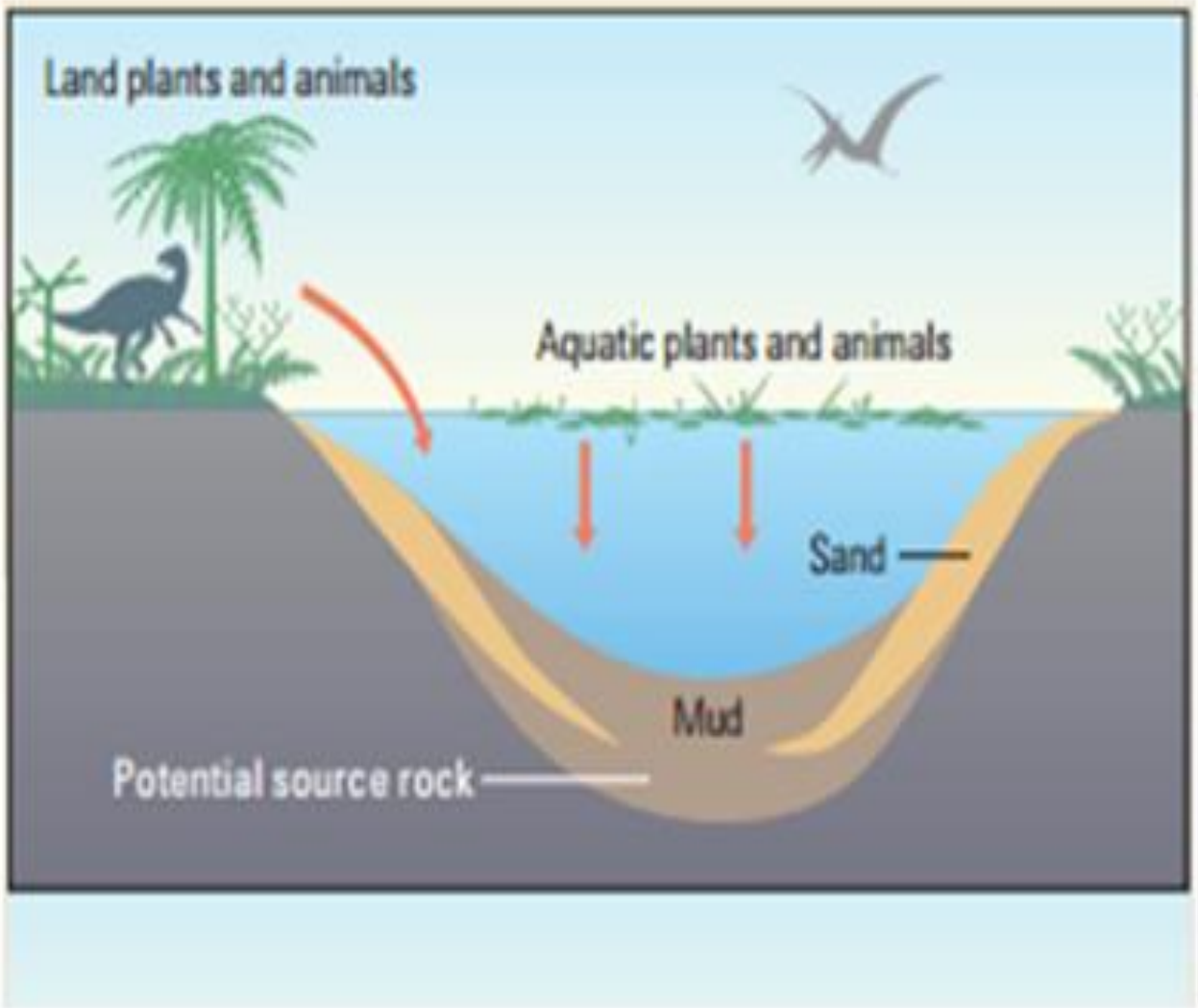
١-٢- النظرية العضوية (المنشأ العضوي للنفط) :

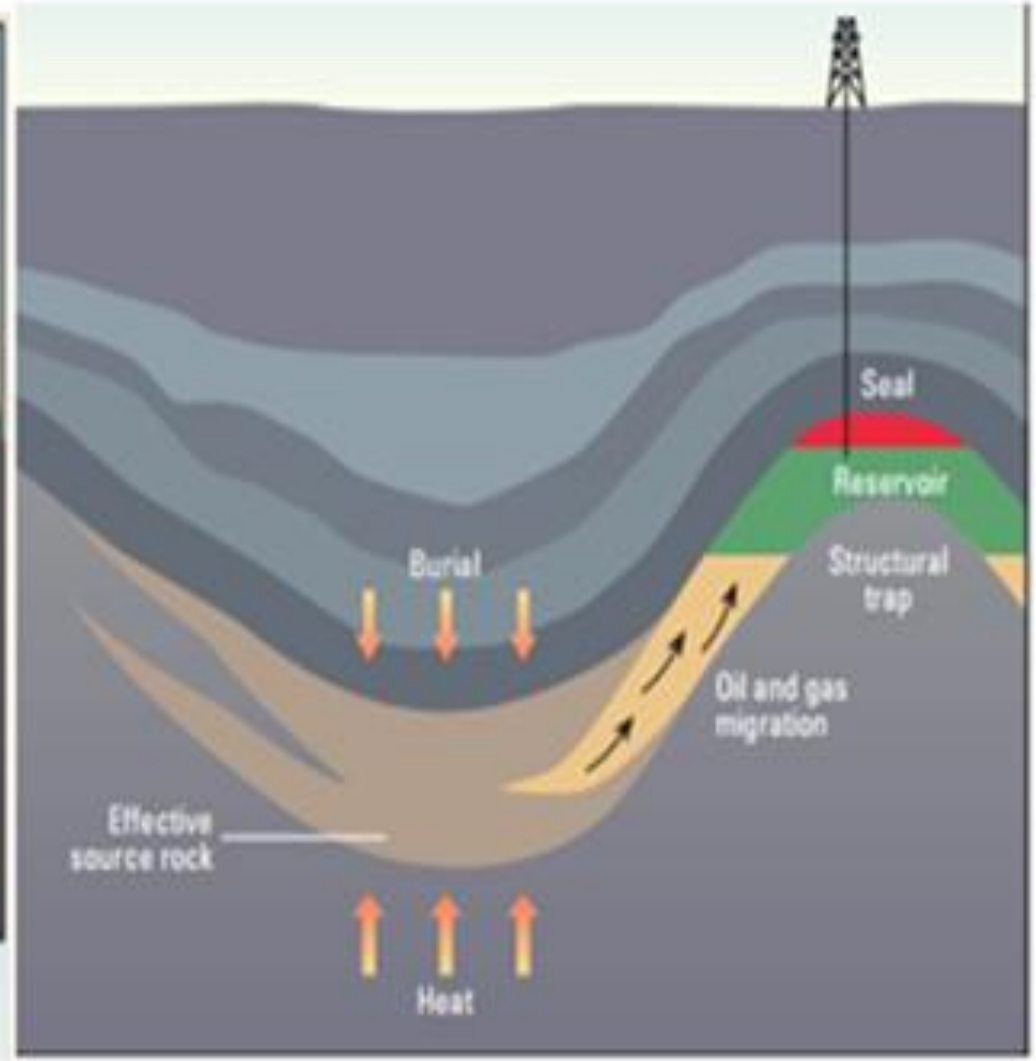
إلى جانب الدراسات التي قام بها بعض العلماء للبرهان على المنشأ اللاعضوي للنفط، أخذ فريق آخر يوالي أبحاثه للبرهان على أن أصل النفط عضوي نباتي أو حيواني. وكان لومونسوف أول من طرح فكرة المنشأ العضوي للنفط عام (١٧٦٣). وتؤكد المراجع العلمية على وجود عدد من فرضيات المنشأ العضوي للنفط، تختلف فيما بينها في تفسير تركيب المادة الأولية وشروط وشكل تجمعها وشروط وعوامل تحولها إلى نفط، وكذلك أشكال وأنواع هجرة النفط. وتشترك كافة هذه الفرضيات في التأكيد على الطبيعة العضوية للمادة الأصلية وعلاقتها الوثيقة بالصخور الرسوبية والشروط الملائمة لتحول المادة المدفونة في القشرة الرسوبية من الأرض إلى نفط، وهذا ما دفع العالم فاسويفتش إلى القول: (إن نظرية منشأ النفط ليست نظرية عضوية فحسب بل هي نظرية عضوية رسوبية نزوحية)، وتنص هذه النظرية على أن النفط تشكل في باطن الأرض نتيجة لتحول بواقي الكائنات الحيوانية والنباتية بمعزل عن الأوكسجين وتحت تأثير درجات الحرارة المرتفعة والضغوط العالية والبكتريا والوسائط والظروف الجيولوجية الملائمة.

لقد لاقت هذه النظرية تأييداً كبيراً من الجيولوجيين والكيميائيين، حيث أثبتت وبشكل مقنع الارتباط المنشأي بين مركبات النفط والكائنات الحية والمواد العضوية في الصخور الرسوبية القديمة والحديثة، أما فيما يتعلق بكمية الهيدروكربونات ذات المنشأ العضوي فهي كبيرة جداً بحيث يمكنها تشكيل مكامن النفط والغاز.

يتلخص جوهر هذه النظرية بأن النفط والغاز تشكلا من المواد العضوية المتبعثرة في الصخور الرسوبية، ثم خضعت المواد العضوية المدفونة في الطبقات العلوية للصخور الرسوبية لتأثير الأوكسجين والبكتريا، فتفسخت وشكلت الغازات (CO_2 , N_2, NH_3, CH_4..الخ)، والمنتجات السائلة، التي انحلت في المياه، أما الجزء الأكثر ثباتاً للتأثير الكيميائي والبكتيري من المادة العضوية الأولية يبقى في الصخور الرسوبية. كذلك فإن عملية تفسخ البقايا المتراكمة للكائنات الحية هي مرحلة حتمية لتحولها إلى نفط. حيث تفترض هذه النظرية،

أن المواد العضوية لبقايا النباتات والطحالب والحيوانات الدقيقة (كربوهيدرات وبروتينات ودهون وخشبين أو *Lignin*) قد تحولت بعد دفنها إلى مواد هيدروكربونية نتيجة للضغط والحرارة الشديدين في معزل عن الهواء وعبر ملايين السنين. وأن أفضل مكان لتجمع هذه البقايا هو قيعان البحار، فقد تلا انجراف الحيوانات والنباتات إلى تلك الأعماق انجراف أتربة ورمال ترسبت فوق تلك المواد أما الحيوانات والنباتات المشتقة من اليابسة فقد حملت إلى داخل البحر بواسطة الأنهار وحركة القارات وبواسطة الرياح. وبمرور ملايين السنين انحسرت مياه البحار والمستنقعات بفعل تغيير القشرة الأرضية نتيجة للعوامل الطبيعية وطمرت تلك البقايا بأثقال من الأتربة والرمال وتعرضت بالتالي إلى ضغط هائل فاستحالت الأتربة والرمال إلى صخور رملية مائية ونشطت بين تلك البقايا تفاعلات كيميائية حولتها إلى غاز ونفط بفعل الضغط الهائل والحرارة الشديدة. وبما أن المادة العضوية الأولية تتبعثر ضمن الصخور الرسوبية، فمن البديهي أن توجد نواتج تحولها (النفط والغاز) أيضاً بشكل مبعثر في الصخر الأم، الذي غالباً ما يكون صخور غضارية. ولكن بسبب قدرة الغاز والنفط على الحركة ضمن مستويات الصخور، حيث يعتقد العلماء أن معظم النفط قد تسرب من أماكن تكونه إلى أماكن أخرى. وقد سميت هذه العملية بهجرة النفط والغاز.


Land plants and animals
Aquatic plants and animals
Sand
Mud
Potential source rock

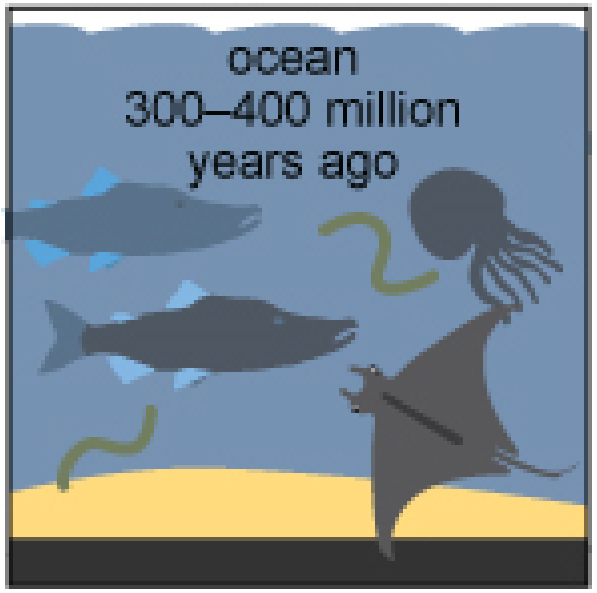

Seal
Reservoir
Structural trap
Burial
Oil and gas migration
Effective source rock
Heat

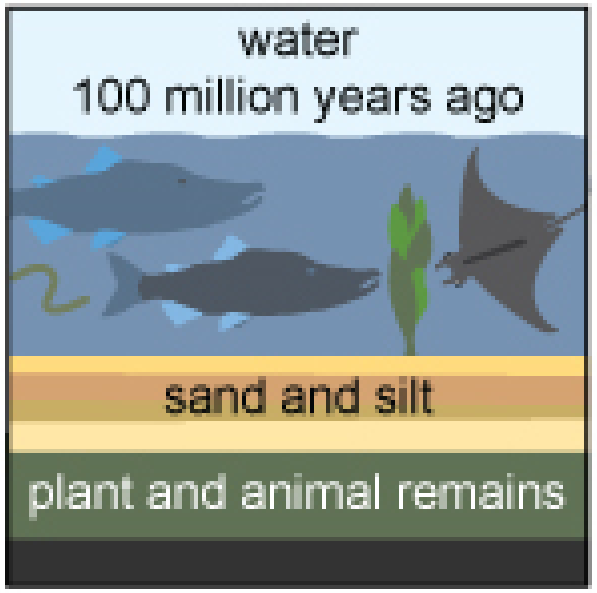
Petroleum and natural gas formation

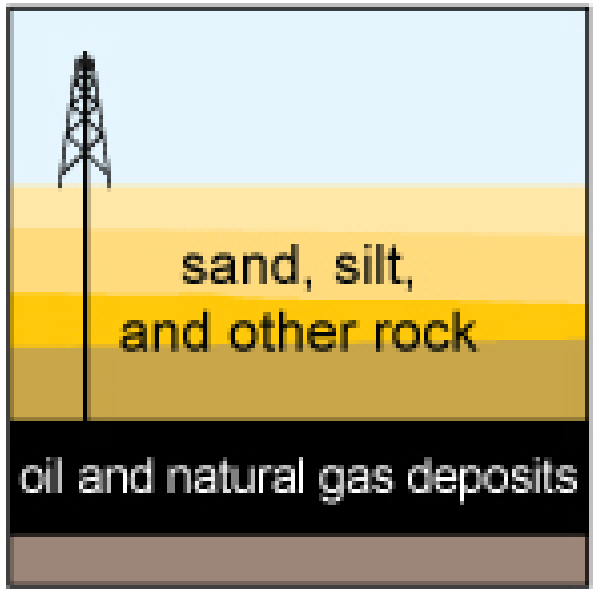
Tiny marine plants and animals died and were buried on the ocean floor. Over time, the marine plants and animals were covered by layers of silt and sand.

Over millions of years, the remains were buried deeper and deeper. The enormous heat and pressure turned the remains into oil and natural gas.

Today, we drill down through layers of sand, silt, and rock to reach the rock formations that contain oil and natural gas deposits.



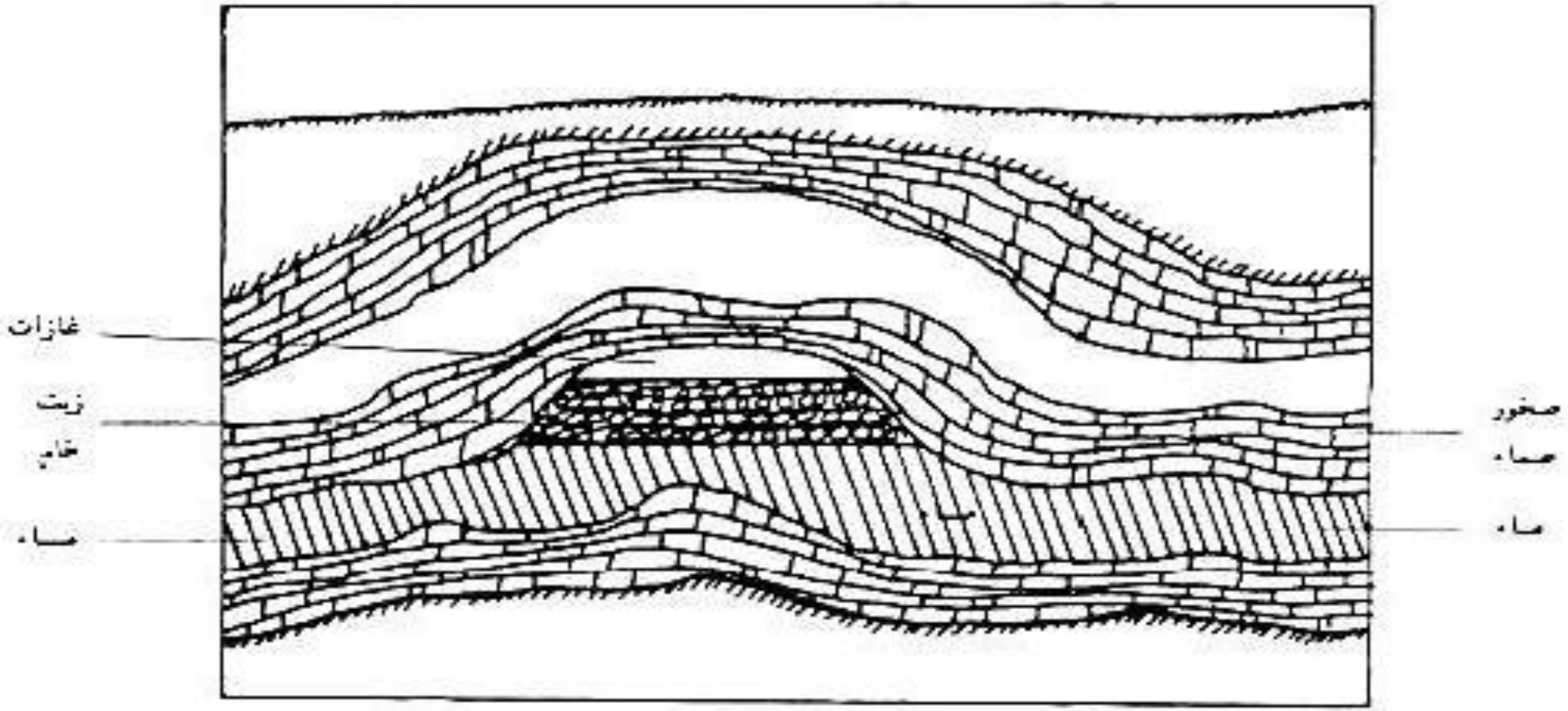




Source: Adapted from National Energy Education Development Project (public domain)

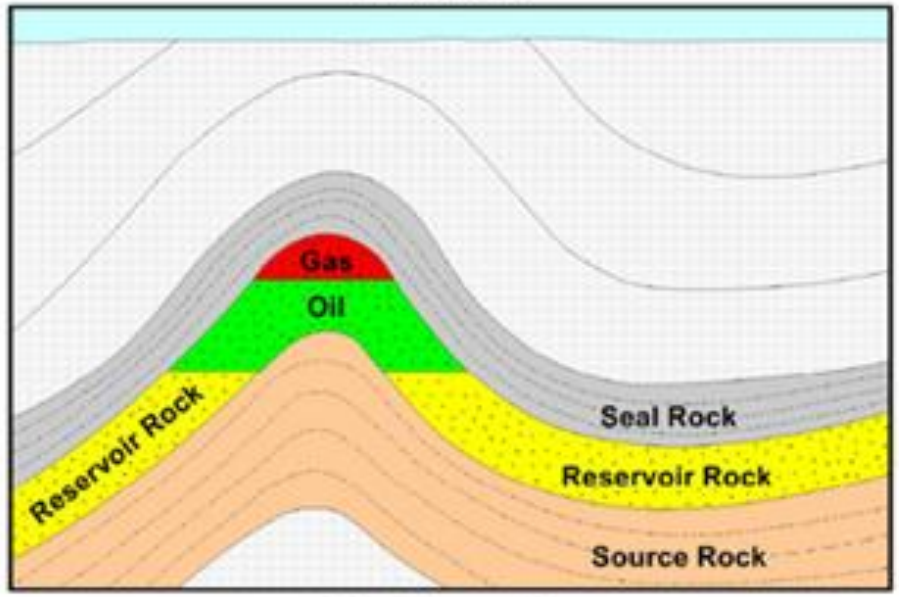
يطلق على المرحلة التي يبدأ فيها النفط أو الغاز بالتحرك من مكان تكونه إلى الحقول الـــتي يختـــزن فيهـــا (المسماة بالمكمن أو المصيدة) بالانزياح الأولي أو الهجرة الأولية ***(Primary Migration)***. تحدث هذه الهجـــرة نتيجة لعوامل كثيرة أهمها : حركة الماء، الانتشار وخاصة للغازات، الارتشاح عبر المسامات والشـــقوق عنـــد انخفاض الضغط، انحلال المواد السائلة للنفط في الغازات عند الضغوط العالية والانتقال على شـــكل مكثفـــات غازية.

يلي الهجرة الأولية للنفط والغاز، الهجرة الثانوية أو الانزياح الثانوي ***Secondary Migration*** ويتم خلالها تركز وتجمع جزيئات النفط في أحواض ضخمة، حيث ينفصل عنه الغاز والماء في المكمن ذاته بحيـــث تكـــون الطبقة المائية واقعة في أسفل طبقة النفط، التي تعلوها طبقة الغاز، يوضح الشـــكل (١-١)،الشـــكل العـــام للمكمن النفطي.

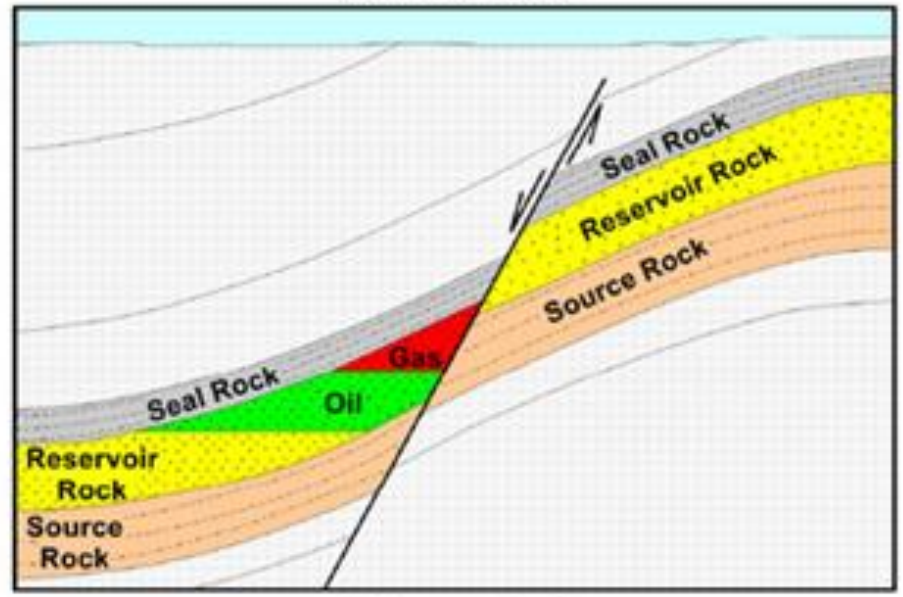


الشكل (١ – ١) الشكل العام للمكمن النفطي

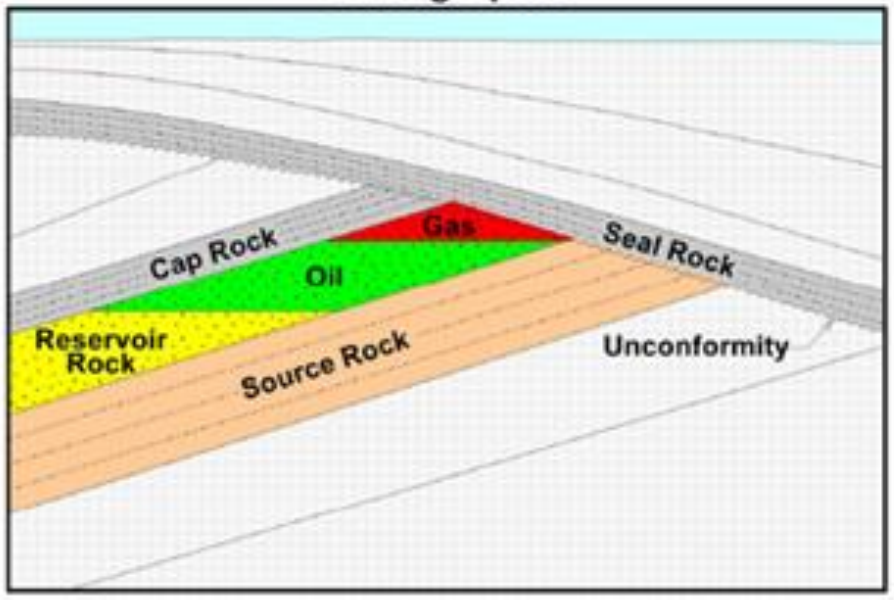
Anticline



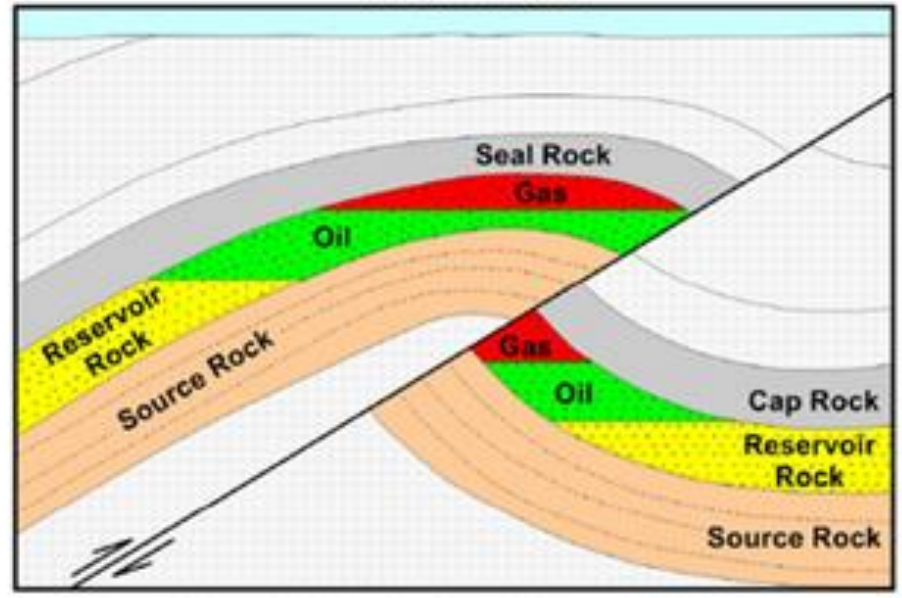
Normal Fault



Stratigraphic

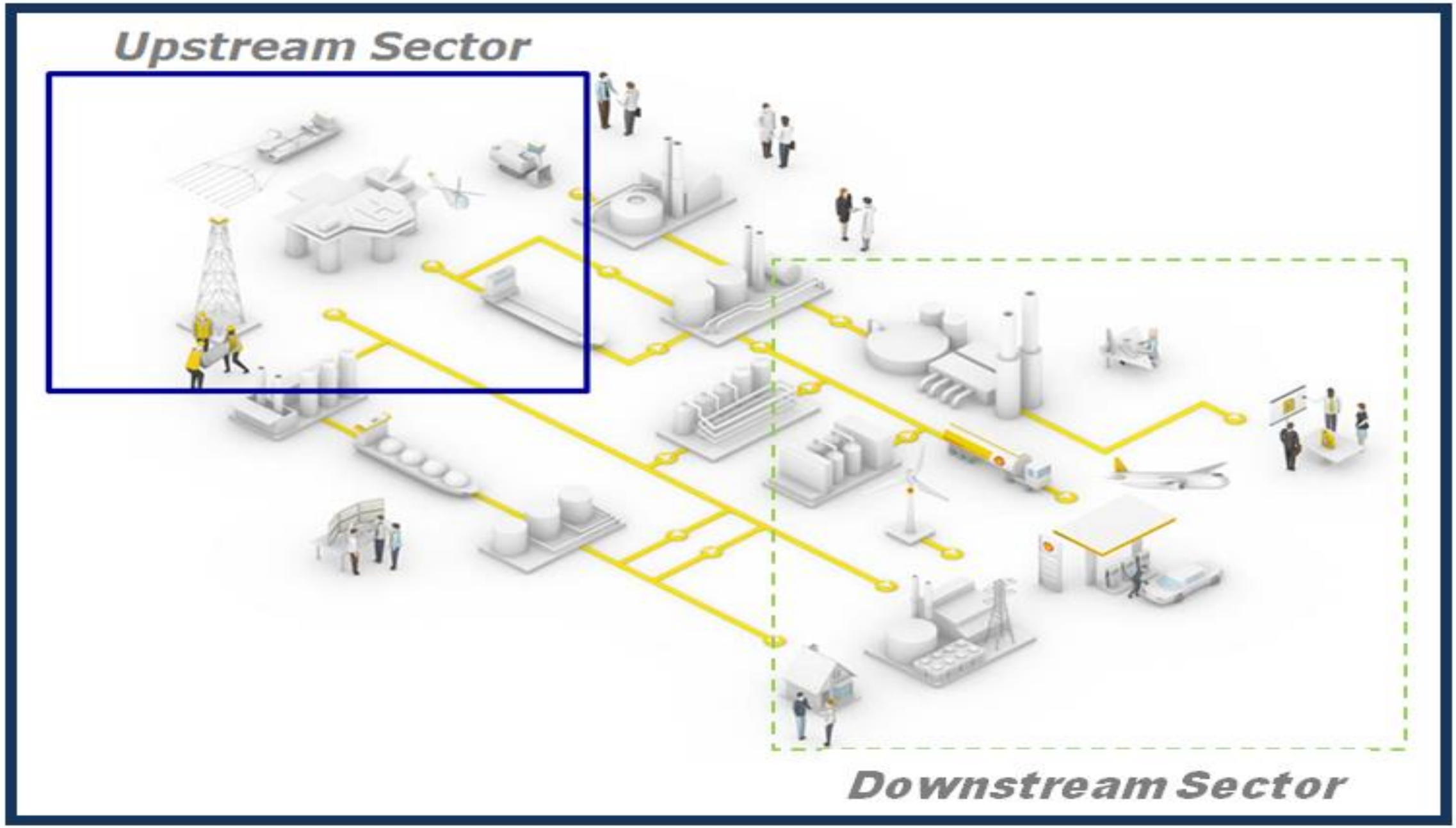


Thrust Fault



يرافق النفط لدى خروجه من البئر غازات مرافقة تصل حتى $(50-100)m^3/T$، وماء $(200-300)kg/T$، وأملاح معدنية $(10-15)kg/T$ وشوائب ميكانيكية، لذلك يعالج قبل نقله وتخزينه، حيث يندفع مزيج النفط والغاز خلال أنابيب من البئر إلى فواصل الغاز عن النفط، والتي تعمل من خلال ضبط الضغط في كل منهما بحيث يقل ضغط كل فاصل عن سابقه. ويتوقف عدد الفواصل المستخدمة وضبط الضغوط المطبقة عليها على مقدار ضغط النفط على السطح عند رأس البئر، ويعتبر خفض الضغط في كل فاصل ضرورياً للسماح للغاز بالتصاعد من النفط على مراحل.

ينفصل الغاز عن النفط الذي يتم توجيهه بأنابيب خاصة إلى مجمع للغازات، ثم ينقل هذا الغاز إلى معامل معالجة الغاز. بعد فصل الغاز من النفط يؤخذ إلى الخزانات حيث يترك للترسيب لفصل الماء والشوائب الميكانيكية، وبعدها إلى وحدات نزع الماء والأملاح ثم إلى خزانات التخزين استعداداً لنقله إلى مصافي التكرير أو شحنه إلى أسواق عالمية، وفي هذه الحالة تجرى عليه عملية تركيز لتحليته (إزالة غاز H_2S)، وذلك برفع درجة حرارته إلى حوالي($130\text{-}160\ ^\circ C$) ثم يدفع إلى وحدة تثبيت لفصل الغازات الثقيلة المنحلة فيه.


Upstream Sector
Downstream Sector