

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 2018年の世界の石炭(褐炭を含む)の埋蔵量、生産量、貿易に関する次の記述の、に入る国名の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、エネルギー白書2020、経済産業省を基準とする。

石炭の可採埋蔵量は、10,548億tで、国別には、 a  ,  b  ,  c  ,  d  ,  e  等で多く埋蔵されている。石炭生産量を国別シェアで見ると、 d  と e  の2か国で世界の生産量の半数以上を占める。石炭消費の国別シェアを見ると、 d  の消費量は総消費量の48.5%に相当し、 d  だけで世界合計のほぼ半分を消費している。石炭の輸出量第2位の c  は世界の輸出量の26.9%を占め、次いで b  が14.8%と続く。

- |   | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> | <u>e</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① | 米 国      | ロシ ア     | 豪 州      | 中 国      | イン ド     |
| ② | 米 国      | 豪 州      | ロシ ア     | 中 国      | イン ド     |
| ③ | 米 国      | ロシ ア     | 豪 州      | イン ド     | 中 国      |
| ④ | ロシ ア     | 豪 州      | 米 国      | 中 国      | イン ド     |
| ⑤ | ロシ ア     | 米 国      | 豪 州      | イン ド     | 中 国      |

Ⅲ-2 2018年度の我が国の石炭動向に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、エネルギー白書2020、経済産業省を基準とする。

- ① 原料炭の輸入先は豪州が45.6%を占めており、次いでインドネシア(22.3%)からの輸入がこれに続いた。
- ② 我が国は、石炭の国内供給のほぼ全量(99.5%)を海外からの輸入に依存した。
- ③ 2000年代以降、国内一般炭の生産量は年間120万t程度の横ばいで推移してきたが、2018年度は96万tまで減少した。
- ④ 主な業種における石炭消費は、電気業が最も多く、次いで鉄鋼業となっている。
- ⑤ 一般炭の輸入先はインドネシアが71.6%を占めており、次いで豪州(11.4%)からの輸入がこれに続いた。

Ⅲ－３ 石炭の燃料比に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

工業分析で得られる  a と  b の比 [ a (%) /  b (%)] を燃料比という。燃料比が大きくなるにつれて着火性・燃焼性は  c し、逆に燃料比が小さくなるにつれて着火性・燃焼性は  d する傾向がある。

- |   | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | 揮発分      | 固定炭素     | 低下       | 低下       |
| ② | 固定炭素     | 揮発分      | 増加       | 低下       |
| ③ | 揮発分      | 固定炭素     | 低下       | 増加       |
| ④ | 固定炭素     | 揮発分      | 低下       | 増加       |
| ⑤ | 揮発分      | 固定炭素     | 増加       | 増加       |

Ⅲ－４ 石炭の分類と用途に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 石炭化度が進んだものから順に、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭、亜炭、泥炭に分類される。
- ② 石炭化度が進むにつれて、炭素含有率が増加し、揮発分が減少する。
- ③ 製鉄用のコークス製造用として、非粘結炭が用いられる。
- ④ 無煙炭は、練炭や豆炭用に用いられる。
- ⑤ 根源植物種の違いは、ほとんど石炭の組織に影響せず、部位の違いと石炭化過程の履歴の違いが、組織上の違いとして認められる。

Ⅲ－５ 石炭の露天採掘に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ストリップマイニングは、炭層が急傾斜である場合や、複数の炭層が採掘可能な累層の場合に採用される。
- ② 露天採掘の特徴は実収率が高く、操業能率が高いことであるが、炭層の深度や地形、気候に影響されやすい。
- ③ 表層土は、採掘終了後の復旧や緑化工事に用いるため、石炭採掘前に除去し、集積場に堆積する。
- ④ 剝土作業には通常ドラッグライン又はパワーショベルが用いられるが、剝土層の岩石が硬い場合は穿孔発破を行う。
- ⑤ 露出した石炭は、電動（油圧）ショベルやフロントエンドローダで採掘され、トラック、ベルトコンベヤ又は列車で運搬される。

Ⅲ－６ 石炭の坑内採掘法の代表的方法である長壁式採炭法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 長壁式採炭では、まずコンティニュースマイナーやロードヘッダーで炭層内に坑道を掘削し、採炭パネルを作る。
- ② 採炭機械は、自走枠（シールド枠）、ドラムカッター（シェアラー）、フェイスコンベアの組合せが、一般的である。
- ③ ドラムカッター（シェアラー）の代わりに、プラウを使用する場合がある。
- ④ 採炭パネルの長さが長く幅が広いため、断層などが介在しても高能率の生産が可能である。
- ⑤ 厚い炭層を採炭する場合、ドラムカッター（シェアラー）では採炭できず払い跡に崩落してくる石炭を、切羽後方に設置したコンベアで回収する場合がある。

Ⅲ－７ 坑内掘炭鉱における保安技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 新区域への坑道掘進あるいは採炭に際し、高圧状態で炭層中に包蔵されているメタンガスが、突然炭壁や岩盤を突き破って猛烈な勢いで多量に噴出することがあり、この現象をガス突出という。
- ② 通風の方法には、坑内外の温度差を利用する自然通気法と、扇風機を用いる機械通気法とがあるが、通常は自然通気法が用いられている。
- ③ 坑内における炭じん爆発の原因は、異常発破、ガス爆発あるいは高圧ケーブルからの電気スパークなどである。
- ④ 坑道掘進が含水層、旧坑、断層に近接した場合、坑道の延長線上にボーリングを実施して事前に地質状況を把握するとともに、場合によっては排水を行うことを目的にボーリングが行われることがある。
- ⑤ 掘進切羽での落盤の原因は、(ア) 天盤・側壁の点検不足、(イ) 浮石、亀裂の見落とし、(ウ) 支保の施工遅れ及び強度不足、(エ) 規格施枠の不履行等が考えられる。

Ⅲ－８ 露天採掘を行っている採石の現場で用いられる採鉱法の1つであるベンチカット法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 実施可能な広さの採掘区域の確保が必要である。
- ② 採掘開始までに必要な手順が少なく、採掘までの準備に長い時間を必要としない。
- ③ 大型機械を駆使した大量生産が可能である。
- ④ 作業の指揮統括が容易である。
- ⑤ 平坦なベンチフロアで作業ができるので安全である。

Ⅲ－９ 次のうち、レアアース（希土類）に分類される元素として、最も適切なものはどれか。

- ① リチウム
- ② チタン
- ③ マンガン
- ④ モリブデン
- ⑤ ジスプロシウム

Ⅲ－10 海底鉱物資源に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 海底熱水鉱床は、地下深部に浸透した海水がマグマ等により熱せられ、地殻から有用元素を抽出した「熱水」が海底に噴出し、周辺の海水によって冷却される過程で、銅、鉛、亜鉛、金、銀等の各種金属が沈殿してできたものである。
- ② コバルトリッチクラストは、北西太平洋域の海底に点在する海山の水深約1,000～2,500mの山頂部から斜面にかけての岩石を厚さ5～20cm位のアスファルトで覆ったような形態で分布している。
- ③ 日本は2017年、ハワイ沖の水深5,000mの海底で、掘削・集積した海底熱水鉱床の鉱石を水中ポンプ及び揚鉱管を用いて海水とともに連続的に洋上に揚げる世界初の「採鉱・揚鉱パイロット試験」を実施し成功した。
- ④ マンガン団塊は、直径が2～10cm程度の球形をし、米国ハワイ沖やインド洋などの水深4,000～6,000mの海洋底の堆積物上に半埋没する形で分布している。
- ⑤ 近年、南鳥島周辺の排他的経済水域内にある水深4,000～6,000mの泥質堆積物に、数千ppm以上のレアアースが含まれることが注目され、新たな資源としての可能性が指摘されている。

Ⅲ－11 岩石の成因別分類に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 岩石は成因により火成岩、堆積岩、変成岩に分類される。
- ② 火成岩はマグマが冷却して固結してできた岩石である。
- ③ 深成岩はマグマが地下でゆっくり冷却・固結し、結晶が大きく成長した岩石である。
- ④ マグマが溶融状態のまま地表に流出したものが溶岩であり、それが冷却し固結したものが火山岩である。
- ⑤ 溶岩の流れやすさは粘性で決まる。溶岩の温度が低いと粘性が小さく、また、 $\text{SiO}_2$ 成分を多く含むと粘性が小さい。

Ⅲ－12 岩盤に1自由面発破を行い、形成された漏斗孔を厳密に調査し、その結果を利用してその岩盤の適正装薬量を決定する試験をクレーターテストと呼ぶ。ある岩盤に対するクレーターテストの結果、新桐ダイナマイトでは最小抵抗線1.0mに対する適正装薬量は0.5kgであることが分かった。最小抵抗線が2.0mの場合、ハウザーの公式による適正装薬量 [kg] に最も近い値はどれか。

- ① 8.0      ② 4.0      ③ 2.0      ④ 1.0      ⑤ 0.5

Ⅲ－13 再生可能エネルギーに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 太陽光発電とは太陽電池を使った発電である。太陽電池は半導体の一種（色素を使う場合もある）で、光エネルギーを直接電気に変える。
- ② 風力発電は風の力で風車を回し、その回転運動を発電機に伝えて電気を起こす発電方式である。風力はエネルギー源としては安定している。
- ③ バイオマス資源はそのままで利用できるため、発電のための前処理が不要である。
- ④ 海洋温度差発電は、表層の温かい海水（表層水）と深海（深層水）との温度差を利用する発電技術である。海洋の表層10m程度までの海水には、太陽エネルギーの一部が熱として蓄えられている。
- ⑤ 地熱発電は地熱貯留層まで還元井と呼ばれる井戸を掘り、熱水や蒸気を汲みだして利用する発電方式で、天候に左右されることなく安定した電力供給が可能である。

Ⅲ－14 ボーリング孔を利用した検層に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電気検層ではボーリング孔周辺の自然電位差や比抵抗を測定し、透水性が高い地層や地層の境界を抽出することを目的とする。
- ② ガンマ線検層では地層中に微量に存在する放射性核種から放出されるガンマ線の強度を測定する。
- ③ 2本のボーリング孔を利用したジオトモグラフィは地盤・岩盤の調査に有効で、地震波を利用した弾性波トモグラフィや電流を利用した比抵抗トモグラフィがその代表である。
- ④ 地熱を対象とした調査では、温度検層によって深度方向の温度変化が調べられる。
- ⑤ キャリパー検層は孔径を測定して、地層の孔隙率の大小を調べる検層である。

Ⅲ－15 次の鉱物のうち、硫化鉱物に該当しないものはどれか。

- ① 赤銅鉱 (Cuprite)
- ② 黄銅鉱 (Chalcopyrite)
- ③ 方鉛鉱 (Galena)
- ④ 黄鉄鉱 (Pyrite)
- ⑤ 輝水鉛鉱 (Molybdenite)

Ⅲ-16 ある鉱石の粉砕仕事指数（ワークインデックス）を求めたところ32 [kWh/t]であった。この鉱石を80%通過粒子径900 [ $\mu\text{m}$ ] から80%通過粒子径49 [ $\mu\text{m}$ ] まで、出力60 [kW] の粉砕機で粉砕したい。時間当たり処理能力 [t/h] として最も近い値はどれか。なお、ボンドの粉砕仕事指数の式は次で表される。

$$W = 10 \times W_i \times \left( \frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{F}} \right)$$

$W$  : 粉砕に要する仕事量 [kWh/t]

$W_i$  : 粉砕仕事指数（ワークインデックス） [kWh/t]

$P$  : 粉砕後の80%通過粒子径 [ $\mu\text{m}$ ]

$F$  : 粉砕前の80%通過粒子径 [ $\mu\text{m}$ ]

- ① 0.5      ② 0.6      ③ 0.9      ④ 1.7      ⑤ 1.9

Ⅲ-17 ある分離装置において、フィード、濃縮物、残渣の量を  $F$ 、 $C$ 、 $T$  とし、着目成分の各産物中（フィード、濃縮物、残渣）での品位（重量割合）を  $f$ 、 $c$ 、 $t$  とすると次の2式が成り立つ。また、濃縮物の歩留まりは濃縮物とフィードの量比、着目成分回収率は濃縮物中の着目成分量とフィード中の着目成分量の比で表される。次のうち、着目成分回収率として、最も適切なものはどれか。

$$F = C + T, \quad Ff = Cc + Tt$$

- ①  $\frac{(f-t)}{(c-t)}$       ②  $\frac{C}{F}$       ③  $\frac{c(f-t)}{f(c-t)}$       ④  $\frac{(1-c)(f-t)}{(1-f)(c-t)}$       ⑤  $\frac{C(1-c)}{F(1-f)}$

Ⅲ－18 比重選別に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 比重選別は、選別回収対象の物質の比重が他の物質のそれと異なることを利用する選別法である。
- ② 重液選別は、溶液の比重より小さな比重の粒子が浮上し、大きな比重の粒子が沈降することを利用する選別法である。
- ③ ジグ選別は、水中での粒子の沈降・上昇速度が比重により異なることを利用する選別法である。
- ④ 薄流選別は、水平あるいは傾斜した板上を薄く流れる水の中に粒子を供給すると、比重の違いによって各粒子の移動速度が異なることを利用する選別法である。
- ⑤ 等速沈降比は、各種粒子が等速で沈降する際の比重の比である。

Ⅲ－19 廃家電品や廃自動車のリサイクル処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 廃家電品の処理では、破碎工程の前に、比較的大きな単一素材の構造体を手選によって抜き取る。
- ② 廃家電品の筐体の破碎は、冷蔵庫等に使用されている断熱材としてのフロンが解放されるため、通常、機内は密閉せず、開放状態で行う。
- ③ 廃家電品の筐体の破碎物は、風力選別・磁力選別・渦電流選別・比重選別を組み合わせることで各種素材が選別されるが、必要に応じて手選工程が組み込まれていることが多い。
- ④ 濃縮物の品質要件として、品位の高いことはもちろんであるが、次工程の精製・加工に支障のある禁忌成分の混入の少ないことが重要となる。
- ⑤ 廃自動車の処理において、渦電流選別で得られるミックスメタルには各種の非鉄金属類が混入しており、アルミ類は重液選別やX線透過ソーティングで分離可能である。

Ⅲ－20 浮選に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 浮選は固体粒子の比重の差を利用した選別法であり、軽い粒子を浮上させて分離する。
- ② 微細な固体粒子を懸濁した水溶液に気泡を導入すると、親水性の表面を有する粒子だけが選択的に気泡表面に付着する。
- ③ ザンセートとエロフロートは、硫化鉱物に対する主要な捕収剤である。
- ④ 捕収剤は、粒子表面をより親水性にするために加える薬剤である。
- ⑤ 抑制剤は、捕収剤の吸着を妨げるために添加する薬剤であり、代表的なものにパイン油、メチルイソブチルカービノール（MIBC）がある。



Ⅲ－21 ソーティング（欧米ではSensor based sortingと呼ばれる）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ソーティングシステムは、粒子のフィード、検知、識別、分離工程から構成される。
- ② ソーティングによる選別には、色彩選別、X線選別、放射能選別などがある。
- ③ ソーティングでは、種々の電磁波を物質に照射し、電磁波の透過、反射や物質内部でのある種の励起等によって生ずる変化を検知し、特定粒子を分離する。
- ④ 種々の電磁波に対応する検知システムの他に、導電性粒子中に生成される渦電流を検知して分離するソータもある。
- ⑤ 蛍光X線ソータは、物質の密度を精緻にとらえることができ、透過X線ソータでは、重元素の化学分析が可能である。

Ⅲ－22 鉱物資源開発における重要な環境問題である鉱害防止に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 我が国の金属鉱山においては、主として硫化鉱物を採掘していたため、閉山後も鉱石が残り、これらが地下水や空気中の酸素と反応し、重金属を含んだ酸性の坑廃水を発生することがある。
- ② 鉱業活動によって発生する廃石（ズリ）等の集積場においては、雨水等によってズリに含まれる有害重金属等が溶出し、鉱害の発生源となるほか、ズリ自体の流出や風による飛散等も問題となることがある。
- ③ 鉱害防止事業は、大きく「発生源対策」と「坑廃水処理」の2つに分けられる。
- ④ 坑道閉塞、覆土・植生等の発生源対策工事でも解決されない場合、最終の対策として坑廃水処理を行う。
- ⑤ 坑廃水処理の目的は「坑廃水の水質を水道水質基準等を満たす水準まで改善して放流する。」ことである。

Ⅲ-23 鉱山から発生する重金属を含む酸性坑廃水の中和処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 中和剤を添加すると、坑廃水中の $\text{OH}^-$ が増えてpHが上昇する。
- ② 多くの処理場では中和剤として消石灰、生石灰、炭カル（炭酸カルシウム）を用いている。
- ③ 溶解度積とは、難溶性（水に溶けにくい）塩の不飽和溶液中の陽イオンと陰イオンの濃度の積のことである。
- ④ 金属の溶解度積を越えた部分が中和剤の $\text{OH}^-$ と結合して沈殿する。
- ⑤ 坑廃水中に含まれる砒素等の除去において鉄が共存している場合、中和処理の過程で沈殿する鉄と一緒に砒素等も沈殿させる共沈法が利用される。

Ⅲ-24 我が国における水資源の水質に係る環境問題に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容は令和2年版 水循環白書による。

- ① 高度経済成長期に、湖沼周辺における社会・経済活動の発展に伴う流入負荷量の増大により汚濁が進行し、富栄養化による赤潮やアオコの発生、上水道のろ過障害や異臭味等が深刻な問題となった。
- ② 排水規制の施策として、昭和45年に水質汚濁防止法が制定され、全公共用水域に、国が定めた一律の排水基準値を適用することとされた。
- ③ 河川における水質環境基準（BOD）の達成率は長期的に見ると上昇傾向にあり、昭和47年度には約50%であったが、平成30年度は約95%にもなるなど、相当程度の改善が見られる。
- ④ 平成9年に地下水環境基準が創設され、現在は28項目が定められているが、金属元素は「人の健康の保護に関する環境基準」のうち重要な一部のものについて同一基準値で設定されている。
- ⑤ 下水道の整備と併せて、有機汚濁や窒素・りん等をより除去することができる高度処理の導入を推進し、平成30年度末時点で、三大湾（東京湾、伊勢湾及び大阪湾）では全窒素及び全りん的环境基準達成率は90%を超えている。

Ⅲ-25 自然由来の重金属等を含むトンネル発生土の例として、現在建設中の北海道新幹線に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 自然由来重金属等とは自然界に存在するカドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素で温泉成分や食品等にも含まれているものである。
- ② トンネル発生土及び堅硬な岩は土壤汚染対策法の適用対象ではないが、風雨に曝されることによって、発生土受入地周辺の土壌・地下水汚染を生じさせる可能性がある。
- ③ 重金属の中には人体にとって多量摂取が望ましいものもあるが、摂取量によっては健康被害を生じることもあるため、慎重に対応する必要がある。
- ④ トンネル発生土と発生土受入候補地の地質調査等の結果に基づき、覆土や吸着層、不溶化処理等の対策を実施することによる影響を予測する。
- ⑤ 先進調査ボーリング等によって採取した試料を用いて、自然由来重金属等の土壌溶出量・土壌含有量を調査し、指定基準に対して超過の有無を確認する。

Ⅲ-26 鉄鋼スラグは、高炉スラグ（徐冷、水砕）と製鋼スラグ（転炉系、電気炉系）からなる。鉄鋼スラグに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 鉄鋼スラグは、含有する石灰の影響で、水と反応するとpHが10～12に上昇し、コンクリート再生路盤材、セメント安定処理土と同等か、それ以下のアルカリ性を示す。
- ② 高炉スラグは、鉄鉱石に含まれるシリカなどの鉄以外の成分や還元材として使われるコークスの灰分が、副原料の石灰石と結合したもので、比重が銑鉄よりも大きいため容易に分離・回収できる。
- ③ 製鋼スラグは製鋼工程において、石灰などの副原料を加えて酸素を吹き込み、銑鉄に含まれる炭素やリン、硫黄などを取り除き、粘り強い鋼に精錬する際に発生する酸化物である。
- ④ 高炉水砕スラグは、微粉砕による強い潜在水硬性により、高炉セメントなどに使用される。
- ⑤ 鉄鋼スラグは石灰とシリカを主成分としている。その他の成分として、高炉スラグはアルミナ、酸化マグネシウムと少量の硫黄を含み、製鋼スラグは酸化鉄、酸化マグネシウムを含有している。

Ⅲ-27 PETボトルの本体の原料はPET樹脂（ポリエチレンテレフタレート）、キャップの原料はPP（ポリプロピレン）又はPE（ポリエチレン）である。PETボトルのリサイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし、記述内容はPETボトルリサイクル推進協議会のホームページを基準とする。

- ① PET樹脂は、主に炭素、酸素、水素から構成され、約1/3が空気中の酸素であり、他のプラスチックに比べて石油依存度が低い。
- ② 発熱量の低いPET樹脂は、エネルギー回収よりも素材としてのリサイクルに向いている。
- ③ PETボトル本体のPET樹脂の比重は水より小に対し、PETボトルのキャップに使用されるPPやPE樹脂の比重は水より大であり、リサイクルの際にボトル素材とキャップ素材を水での比重分離にて容易に分離できる。
- ④ ケミカルリサイクル（化学的再生法）の特徴は、解重合・再重合の間に異物、異種材質が取り除かれ、バージン樹脂と同等に品質の高いPET樹脂に再生できることである。
- ⑤ メカニカルリサイクル（物理的再生法）は、ケミカルリサイクルに比べると、大掛かりな分解設備や重合設備を使わないため、製造コストや環境負荷が低くなる。

Ⅲ-28 産業廃棄物の最終処分場に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 安定型最終処分場には、安定型産業廃棄物以外の産業廃棄物の搬入を確実に防止するために、搬入した産業廃棄物の展開検査及び処分場の内部と外部を遮断する遮水工等が義務付けられている。
- ② 安定型最終処分場には、有害物質や有機物等が付着していない安定型産業廃棄物（廃プラスチック類、ゴムくず、金属くずなど）が埋立処分される。
- ③ 管理型最終処分場は、金属等を含む産業廃棄物の埋立処分に係る判定基準により、遮断型最終処分場でしか処分できない産業廃棄物以外のものを埋立処分する。
- ④ 管理型最終処分場では、場内と外部を貯留構造物や二重構造の遮水工によって遮断し、保有水等による地下水汚染を防止するとともに、発生した保有水等は集排水管で集水し、浸出液処理施設で処理後に放流する。
- ⑤ 遮断型最終処分場には、廃棄物中の有害物質を自然から隔離するために、処分場内への雨水流入防止を目的として、覆い（屋根等）や雨水排除施設（開渠）が設けられている。

Ⅲ-29 石油系炭化水素に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

石油とは、分子構造を異にし、かつ異なる分子量をもった種々の炭化水素を主成分とする混合物で、通常、 a  下でガス体のものを天然ガス、液体のものを原油、半固体のものを b  と呼び、これらを総称して石油系炭化水素と呼んでいる。コンデンセートは、地下における貯留層の温度・圧力条件下では c  で存在し、地表における温度・圧力条件下では d  として回収されるものである。

	a	b	c	d
①	常温・常圧	天然ケロジェン	ガス体	液体
②	貯留層条件	天然ビチューメン	液体	ガス体
③	貯留層条件	天然ケロジェン	ガス体	液体
④	常温・常圧	天然ビチューメン	ガス体	液体
⑤	常温・常圧	天然ビチューメン	液体	ガス体

Ⅲ-30 岩石全体のP波速度は、孔隙内流体及び岩石粒子のP波速度を孔隙率で重み付けした調和平均で表される（Wyllieの時間平均式という）と仮定する。孔隙が水で満たされた砂岩全体のP波速度を測定したところ、 $3.7\text{km/s}$ であった。砂岩粒子及び水のP波速度がそれぞれ $5.6\text{km/s}$ 及び $1.5\text{km/s}$ であるとき、この砂岩の孔隙率に最も近い値はどれか。

- ① 0.19      ② 0.38      ③ 0.46      ④ 0.54      ⑤ 0.81

Ⅲ-31 ダルシーの法則が成り立つ非圧縮性流体の一次元線形流動を考える。同じ長さ、同じ断面積で、それぞれ5md（ミリダルシー）と20mdの異なる浸透率をもつ2つの岩石コアを流動方向に直列につなぎ合わせたとき、連結コア全体の浸透率 [md] の理論値に最も近い値はどれか。

- ① 0.25      ② 2.0      ③ 4.0      ④ 8.0      ⑤ 12.5

Ⅲ-32 石油坑井掘削に用いられる泥水（掘削流体）に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 掘削泥水は、掘屑を坑底から除去し地上へ運搬することに加えて、坑井内の圧力を制御し地層流体の坑井内への流入や地上への噴出を防止する役割を有する。
- ② 坑壁の表面に形成される泥壁と呼ばれる一種のろ過膜は、坑壁を安定に保って崩壊を防いだり、ドリルストリングとの摩擦を大きくするなどの重要な役割を果たす。
- ③ 差圧抑留は、泥水柱圧力と地層圧力との差により、掘削編成が浸透性のある地層面に吸いつけられることによって起こるもので、高比重泥水を使用している付替え時に起こりやすい。
- ④ KClポリマー泥水は、非分散系の泥水であって、Kイオン及びポリマー類の作用により、泥岩に対する水和膨潤抑制の効果が非常に大きく、泥岩を安定させる特徴をもっている。
- ⑤ 油系泥水の利点を損なわず、より毒性の低い合成油をベースとしたSBM（Synthetic Base Mud）は、油系泥水に代わる低毒性の高機能泥水として、日本国内にも既に導入されている。

Ⅲ-33 生産性障害評価に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

スキンとは、坑井近傍の生産性障害により浸透率がした部分を指し、その度合いをスキんファクター  $s$  により表す。スキんファクターは、油層及びスキん部の浸透率、半径を用いて表現される無次元数である。スキんファクターは、スキん部分の浸透率が油層の浸透率より小さければとなり、生産性障害が生じていることを意味し、その数値のが障害の程度を表す。一方、スキんファクターがであれば、坑井近傍の浸透率が油層本来の浸透率よりなっていることを示しており、これは水圧破碎や酸処理などの坑井刺激により得られる。

- |      | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> | <u>e</u> |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ① 低下 |          | 1        | 正負       | 0        | 良く       |
| ② 改善 |          | 正        | 大小       | 負        | 悪く       |
| ③ 低下 |          | 負        | 大小       | 正        | 悪く       |
| ④ 低下 |          | 正        | 大小       | 負        | 良く       |
| ⑤ 改善 |          | 0        | 正負       | 1        | 良く       |

Ⅲ－34 原油の回収法に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① 一次回収法とは油層の自然の排油エネルギーを利用した回収法であり、最も一般的なものが自噴採油である。
- ② 本来油層がもっている排油エネルギーを強化する手法を二次回収法と呼び、一次・二次回収法を総称して、在来型回収法と呼ぶこともある。
- ③ ガスリフトやポンピング等の人工採油法も、油層に排油エネルギーを注入するわけではないので、一次回収法に含まれる。
- ④ 三次回収法とは、本来油層がもっていない排油機構に着目して原油の回収率の増加を試みる手法である。
- ⑤ 二次回収法と三次回収法を総称して、EOR (Enhanced Oil Recovery : 増進回収法) あるいはIOR (Improved Oil Recovery) と呼ぶ。

Ⅲ－35 海洋掘削装置に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- ① ジャッキアップリグは甲板昇降型海洋掘削装置とも呼ばれ、リグに搭載された昇降装置を使用して脚を海底に向けて伸ばし着底させ、船体を海面上に持ち上げた状態で掘削作業を行う。
- ② セミサブマーシブルリグは半潜水型海洋掘削装置とも呼ばれ、一般に下部構造、コラム、そして上部構造で構成されている。曳航時や自航時を除き、通常、下部構造を水面下にした半潜水状態で浮遊している。
- ③ ドリルシップは船型掘削装置とも呼ばれ、船体の中央部に開口（ムーンプール）があり、その上部に掘削用デリックや掘削機器を搭載している。
- ④ 浮遊式海洋掘削装置が掘削地点に留まり、定点保持する方式としては、係留索（チェーン、ワイヤー、合成繊維ロープ）を用いて保持する係留と、自動位置保持システム（DPS : Dynamic Positioning System）がある。
- ⑤ ドリルシップは、移動時の抵抗が少なく、また排水量が大きいため搭載重量を多くとれ、波浪中の運動性能にも優れているため、気象・海象条件の厳しい海域でも、セミサブマーシブルリグより多用される。