

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 我が国の1965年度から2017年度までの石炭消費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2019、経済産業省を基準とする。

- ① 2017年度の主な業種における石炭消費は、鉄鋼業が最も多く、次いで電気業となっている。
- ② 電気業における石炭消費量は、1960年代後半は2,000万tを上回っていたが、石炭火力発電の他電源への転換が進んだことから1979年度には701万tにまで低下した。
- ③ 鉄鋼業における石炭消費量は、1960年代後半から1970年代前半にかけて、経済成長に伴い2,000万tから6,800万tまで増加した。
- ④ 第二次石油ショック以降、石油代替政策の一環としての石炭火力発電所の新設及び増設に伴い、電気業における石炭消費量は増加に転じた。
- ⑤ 鉄鋼業における2009年の石炭消費量は、リーマンショックにより生産の停滞が起きたが6,058万tの消費となった。

Ⅲ－２ 石炭の産業用分類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。

産業用石炭は、 a b c に分類される。 a は“steam coal”，又は“thermal coal”と呼ばれるとおり，おもにボイラの燃料として使われ，電力用と一般産業用に分けられる。一方， b は“coking coal”とも呼ばれる粘結性のある d であり，おもに製鉄用コークスの原料として使われる。また c は，練炭・豆炭などの製造や鋳物用のコークスへの配合用として使われるが，高炉用など炭素材としても賞用されている。

- | | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | 無煙炭 | 原料炭 | 一般炭 | 亜瀝青炭 |
| ② | 原料炭 | 無煙炭 | 一般炭 | 瀝青炭 |
| ③ | 原料炭 | 無煙炭 | 一般炭 | 亜炭 |
| ④ | 一般炭 | 原料炭 | 無煙炭 | 瀝青炭 |
| ⑤ | 一般炭 | 無煙炭 | 原料炭 | 亜瀝青炭 |

Ⅲ－３ 石炭の研磨表面を顕微鏡で観察すると，石炭を構成する微細な組織成分，すなわちマセラルが識別される。マセラルは，ビトリニット，エクジニット，イナーチニットの３つに大別されるが，次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 石炭のマセラルは同一のマセラルでも，石炭のランク（石炭化度）によって，その物理的・化学的性質が変化する結晶質の有機化合物である。
- ② ビトリニットは，石炭の主要な部分を占め，主として植物の木部に由来し，他のマセラルと比べてより均質である。ランクの進行とともに反射率が高くなり，淡色になる。
- ③ エクジニットは，植物の葉，小枝，種子などの角皮，胞子，花粉，水藻の樹脂に由来し，強い蛍光を発する。
- ④ イナーチニットは，主として，植物の木部や菌類に由来する。反射光下では灰色から白色に見え，共存するビトリニットより明るい。
- ⑤ 同じランクの石炭では，ビトリニットは酸素を，エクジニットは水素を，またイナーチニットでは炭素を，それぞれ相対的に多く含んでいる。揮発分はエクジニットで最も多く，イナーチニットで最も少ない。

Ⅲ－４ 炭鉱坑内のガス抜き管内のガス（ 20°C ， 0.8 気圧で毎分 60m^3 ）に含まれるメタンの容積比が 15% の場合，このガスを大気中（ 20°C ， 1 気圧）に排出することによるメタンに起因した1日の温室効果ガス排出量（ tCO_2 ：二酸化炭素換算トン）として，最も近い値はどれか。ただし，ガスは理想気体とし， 0°C は 273K ，メタンの密度は $0.67\text{kg}/\text{m}^3$ （ 20°C ， 1 気圧），メタンの地球温暖化係数は 25 とする。

- ① 7 ② 174 ③ 217 ④ 271 ⑤ 1,158

Ⅲ－５ 次のうち，我が国に存在しない炭田はどれか。

- ① 天北炭田 ② 網走炭田 ③ 常磐炭田 ④ 宇部炭田 ⑤ 高島炭田

Ⅲ－６ 石炭の露天採掘を坑内採掘と比較した次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 露天採掘は坑内採掘に比べ実収率が高いが，リクラメーションコストが大きい。
② 露天採掘は坑内採掘に比べ対象炭量が多ければ，大型機械の採用が可能で炭鉱の規模を大きくできる。
③ 露天採掘は坑内採掘に比べ高能率でコストは安い，が発掘工程が長い。
④ 露天採掘は坑内採掘に比べ作業の安全性が高く，かつ衛生的であるが，作業が天候・気象に左右され易い。
⑤ 露天採掘は坑内採掘に比べ出炭調整が容易であるが，深さに制限があり，剥土比が大きくなると稼働の限界に達する。

Ⅲ－７ 石炭地下ガス化（UCG）の代表的手法に関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① LVW法は、対象炭層において一方に注入井、他方に生産井を配置し、炭化度の高い石炭においては、水圧破碎や指向性ボーリング等で孔井間を炭層内で連結する（リンキング）最も単純な方法である。
- ② SDB法は、一般に回収されない急傾斜炭層に使用される方法であり、ロシアで開発された。ガス化ゾーンは炭層下部から地表に向かって上向きに移動する。ガス化後の灰、残渣や崩落した石炭・岩盤により、ガス化炉が閉塞し易いなどの欠点がある。
- ③ CRIP法は、指向性ボーリング技術を用いて米国で開発された方法で、最も成功したガス化制御プロセスといわれている。古いガス化炉を廃棄した後に、注入システムを上流側に移動させて、新しいガス化炉を構築することが可能である。
- ④ Parallel CRIP法あるいはKnife-Edge CRIP法は、注入井と生産井に指向性ボーリングを使用し、移動するガス化炉と生産井が常に一定の間隔を取ることが可能なため、安定した生成ガスを得ることが可能である。
- ⑤ LLT法は、中国で開発された方法で、坑内掘の廃棄炭鉱において掘削された沿層坑道をガス化トンネルとし、入排気孔の他に補助的な孔井を使用している。この方法は、未開発炭層における石炭地下ガス化よりも容易で安価であるという利点がある。

Ⅲ－８ 金属鉱山の坑内通気に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- ① 坑外の気温は、四季及び昼夜を通じて絶えず変化するが、坑内温度はあまり変化しない。
- ② 通気力を起す方法には、坑内外の圧力差によって気流を起させる自然通気と、扇風機により人工的に起させる機械通気とがある。
- ③ 自然通気について2つの坑口の高さが異なる場合、夏季は外気が上の坑口より入り、下の坑口から出る。冬季はその反対となる。
- ④ 坑道を空気が流れる場合、坑道断面積が小さく、長さが長く、木枠支柱で壁面に凸凹があると、通気抵抗が大きくなり風が通りにくい。
- ⑤ 扇風機を設置する風道については通気抵抗（ R ）、風量（ Q ）と扇風機圧（ H ）との間に、 $H=RQ^2$ の関係がある。

Ⅲ－9 岩石試験片の一軸圧縮試験を行った。弾性範囲内で試験片の軸方向に、 σ [$\text{MPa} = \sigma \times 10^6 \text{Pa}$]の圧縮応力を加えたときの横ひずみ ϵ_x は 1.0×10^{-4} であった。このときの圧縮応力 σ の値はどれか。ただし、岩石のヤング率 E は 10 [$\text{GPa} = 10 \times 10^9 \text{Pa}$]、ポアソン数 m は 5.0 とし、横ひずみ ϵ_x は引張で正(+)とする。軸ひずみ ϵ_y は圧縮で負(-)とする。

- ① 0.2 ② 0.5 ③ 1.0 ④ 5.0 ⑤ 10.0

Ⅲ－10 Mohs (モース)の硬度計による岩石の硬度について、高い値の岩石から低い値の岩石の順(左から右)に並べるとき、次のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 石英, 滑石, 方解石
 ② 滑石, 方解石, 石英
 ③ 石英, 方解石, 滑石
 ④ 方解石, 石英, 滑石
 ⑤ 滑石, 石英, 方解石

Ⅲ－11 地熱発電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。

世界の主要国における地熱資源量を見ると、世界最大規模の地熱地帯を持つ a が第1位、多くの火山を持つ b が第2位、日本は世界第3位に位置している。(ただし、エネルギー白書2019, 経済産業省を基準とする)

この地熱を利用した発電方法には、地熱貯留層から取り出した蒸気を直接タービンに送って発電する c や、生産井からの蒸気や熱水で水より沸点の低い媒体を沸騰させてタービンに送り発電する d がある。

- | | <u>a</u> | <u>b</u> | <u>c</u> | <u>d</u> |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | 米国 | インドネシア | 蒸気発電 | バイナリー発電 |
| ② | トルコ | フィリピン | バイナリー発電 | 蒸気発電 |
| ③ | ニュージーランド | アイスランド | 蒸気発電 | バイナリー発電 |
| ④ | ケニア | イタリア | バイナリー発電 | 蒸気発電 |
| ⑤ | アイスランド | フィリピン | 蒸気発電 | バイナリー発電 |

Ⅲ－12 熱水鉱床に分類される鉱床として、最も不適切なものはどれか。

- ① スカルン鉱床
- ② 斑岩銅鉱床
- ③ 黒鉱鉱床
- ④ カーボナタイト鉱床
- ⑤ 層状含銅硫化鉄鉱床（キースラガー）

Ⅲ－13 岩盤斜面の安定性評価のために行われる地下水調査について述べた次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ルジオン試験はボーリング孔内の一定長の区間（通常、5.0m）を閉塞し、岩盤からこの区間に流入する地下水量を測定し、その速度より透水係数を推定する試験である。
- ② 透水係数の1ルジオンは約 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ である。
- ③ 湧水圧試験はボーリング孔内の一定長の区間を閉塞し、注水圧を徐々に上げながら各段階での注水量を測定し、ルジオン値を求める試験である。
- ④ 揚水試験は、単孔式試験の代表的な試験法であり、揚水孔内での地下水変化を観測し透水量係数を求める方法である。
- ⑤ クロスホール透水試験は揚水試験と同様に単孔式試験である。この方法は貯留係数の測定精度が高いことから実績も増えつつある方法である。

Ⅲ－14 含水爆薬に関する記述として、次のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 耐水性が非常に優れており、水中に装填後24時間経過しても性能は変化しない。
- ② 爆発生成ガス中の有毒成分（CO及びNO_x）が他の爆薬に比べて著しく少ない。
- ③ 爆発威力はダイナマイトより若干低い。
- ④ 衝撃、摩擦及び火災などに対する安全性が他の火薬類に比べて格段に高い。
- ⑤ 製造、貯蔵、運搬中に有毒ガスが発生する可能性がある

Ⅲ－15 次の鉱物のうち、最も比重が小さいものはどれか。

- ① 赤銅鉱（Cu₂O）
- ② 黄銅鉱（CuFeS₂）
- ③ 黄鉄鉱（FeS₂）
- ④ 赤鉄鉱（Fe₂O₃）
- ⑤ 石英（SiO₂）

Ⅲ－16 粉砕に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 単体分離とは、複数成分で構成される固体粒子を破壊することにより、単成分で構成される粒子（片刃粒子）に変換することである。
- ② 粉砕が進行して粒径が小さくなれば、単体分離度は増大する。
- ③ 単体分離度の増大は、その後の選別工程での分離精度を向上させる。
- ④ アトリッションによる表面粉砕・剥離では、軽度のせん断・摩擦エネルギーを粉砕対象物に与え、固体粒子を破壊するのでなく、表面のみを選択的に粉砕・剥離する。
- ⑤ AGミルでは、鉱石自らが媒体となり、弱い衝撃応力により弱部を選択的に破壊する。

Ⅲ－17 あるフィードを分離装置で処理し濃縮物と残渣に分離する工程に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ここでフィード、濃縮物、残渣それぞれの量を、 F 、 C 、 T とし、それぞれの品位を f 、 c 、 t とする。

- ① 歩留 Y は、 f 、 c 、 t の値により算出できる。
- ② 回収率 R は、 f 、 c 、 t の値により算出できる。
- ③ 歩留 Y は、 $Y = \frac{F}{C}$ で表される。
- ④ 回収率 R は、 $R = \frac{C c}{(C c + T t)}$ で計算できる。
- ⑤ $f = 10$ [%]、 $c = 50$ [%]、 $R = 75$ [%] の場合、 $t \doteq 3$ [%] となる。

Ⅲ－18 ふるい分け・分級に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ふるい分けは、ふるい網を通過する粉体と、網上に残る粉体とに分ける分級操作であり、ふるいの目開きが分離径となる。
- ② 重力沈降を利用した分離・分級装置は乾式・湿式どちらの分級にも用いられているが、粒子の沈降挙動は粒子の濃度や粒子間力によって異なる。
- ③ 重力沈降を利用した分離・分級では、粒子濃度が高い場合は粒子間に反発力が働いていても凝集することが多く、粒子は1次粒子として個々に沈降することなく凝集体を単位として沈降する。
- ④ 遠心分離・分級では、流体を旋回運動させる方法として、円筒状の分級室に流体を外周より接線流として流入させる方法や、分級室内の羽根などで流体を旋回させる方法がある。
- ⑤ 慣性分離・分級では、粒子を含む流体の流れ方向を障害物により急激に変えると、流体は慣性力のため流れに追従できず、粒子から分離されることを利用する。

Ⅲ－19 液体サイクロンに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 微粒は中央付近の上昇旋回流により上部のオーバーフローファインダから出る。
- ② 粗粒は下降旋回流の中で遠心力により円錐壁に衝突し、集められ、下部のスピゴットから排出される。
- ③ 円錐壁下端より入口流量の5～10%程度を常に流出させ、アンダーフロー操作を行っている。
- ④ 入口速度が上昇すると粒子に強い遠心力を作用させることができるため、微粒子まで分級することが可能となる。
- ⑤ サイクロン内径が大きくなると、分離径は小さくなる。

Ⅲ－20 浮遊選別に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 捕収剤は、疎水基と親水基を有する一種の界面活性剤であり、気泡表面に吸着して気泡を疎水性にする。
- ② 分散剤は、浮遊選別セル内に適度に安定な泡沫層を形成する。
- ③ 活性剤は、抑制剤により浮遊抑制された鉱物の浮遊を復活させる目的で用いる場合もある。
- ④ 浮遊選別は、親水性粒子を気泡に付着させて気泡とともにオーバーフローさせ、疎水性粒子をパルプ中に残存させて分離する。
- ⑤ 濡れ性の定量的な指標としては、界面張力が知られている。

Ⅲ－21 磁力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 物質は、強磁性体、常磁性体、反磁性体に分類される。
- ② 粒子に作用する力は磁場勾配に比例する。
- ③ 磁化率の低い粒子や微粒子の場合、磁場勾配を大きくすると磁気分離が可能となる。
- ④ 弱磁界ドラム型磁選機では、コイルの内部磁場中にマトリクスとしてエクスパンドメタル等を充填してその内部に磁場勾配を発生させる。
- ⑤ 高勾配型磁選機については、高温超電導体の開発や冷凍機の進歩により、超電導コイルも使用されるようになった。

Ⅲ－22 シアン排水の発生源，シアン化合物の生体への影響，シアン化合物の処理方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 人や動物では，遊離シアンを経気道，経口及び皮膚経由から容易に吸収し，頻呼吸，吐き気，脈拍減少，呼吸困難，痙攣，失神などの急性中毒症状があるが死亡に至ることはない。
- ② シアン化合物は，金属精錬，銀や銅メッキなどの金属表面処理，コークス製造工場，さらに金属製品加工，金や銀の冶金，果実害虫の駆除，ニトリルの製造，シアノ錯塩の製造に用いられる。
- ③ シアン化合物には有機と無機があり，自然水中には殆ど含有されないが，めっき工場，鉄鋼処理工場，コークス製造工場，ごみ焼却場などの排水に混入することがある。
- ④ シアン排水は複合汚染となっている場合が多い。例えば，めっき工場排水においてはシアンを酸化分解後，残存している重金属の処理は必須であるし，コークス製造工場のガス液では，シアンとともに高濃度の有機汚染物の処理が必要である。
- ⑤ シアン排水の処理方法には，アルカリ塩素法，オゾン酸化法，電解酸化法，紺青法，その他の方法として，生物分解法，吸着法，酸分解燃焼法，煮詰法（煮詰高温燃焼法），湿式加熱分解法がある。

Ⅲ－23 酸化と還元に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。

- ① 塩素は殺菌剤として，また水中の無機物，シアンなどの酸化分解などに用いられ，水処理に不可欠な酸化剤である。
- ② 塩素はORPが極めて高く，オゾンより強い酸化力を有する。
- ③ 酸化剤とは電子を供与することのできる物質であり，還元剤とは電子を受入れることのできる物質である。
- ④ オゾンは浄水処理における，かび臭物質の除去等の目的に，また，排水処理用としても有機物，色度，臭気物質の除去に用いられている。
- ⑤ $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ 系の Fe^{3+} は還元剤， Fe^{2+} は酸化剤としていろいろな反応に使われている。

Ⅲ－24 我が国の循環型社会の形成に向けた現状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、令和元年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書を基準とする。

- ① 物質フローの「入口」の指標である資源生産性（＝GDP／天然資源等投入量）は、2025年度において49万円／tとすることを目標としている（2000年度の約24.2万円／tからおおむね2倍）。
- ② 物質フローの「出口」の指標である最終処分量は、2025年度において、出口側の循環利用率を47%とすることを目標としている（2000年度の約36%からおおむね2割向上）
- ③ 2016年度の廃棄物由来の温室効果ガスの排出量は、約3,870万tCO₂（2000年度約4,670万tCO₂）であり、2000年度の排出量と比較すると、約17%減少している。
- ④ 2017年度末時点で、一般廃棄物最終処分場の残余容量は102,873千m³であり、2016年度から増加した。また、残余年数は全国平均で21.8年である。
- ⑤ 2016年度の産業廃棄物の排出量を業種別に見ると、排出量が多い3業種は、電気・ガス・熱供給・水道業、農業・林業、鉱業となっている。この上位3業種で総排出量の約7割を占めている。

Ⅲ－25 中和処理や凝集沈殿処理に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 中和とは、酸又はアルカリを加えて水を中性にすることである。
- ② 中和剤の選定には、脱色性、反応速度、中和曲線、反応生成物の沈降・脱水性を検討して、最も安いものを選ぶ。
- ③ 金属イオンを含む排水は一般に酸性である。これにアルカリを加えてpHを上げていくと、金属イオンは水酸化イオンと反応して水酸化物の沈殿を生じる。
- ④ 製鉄所や金属表面処理工場からの酸洗い排水に鉄イオンが含まれる場合、Fe²⁺はpH9～10まで上げないと十分に除去されない。
- ⑤ Fe²⁺は中和時に空気を吹き込んでFeを3価にしてやると、pH4付近でほぼ完全に除去される。

Ⅲ－26 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 安定型最終処分場では、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、搬入産業廃棄物の展開検査と浸透水の定期的な水質分析の実施が義務付けられている。
- ② 最終処分場は、廃棄物処理法によって遮断型最終処分場、安定型最終処分場及び管理型最終処分場の3つに分類され、各々の処分場に埋立処分できる産業廃棄物と最終処分場の構造基準・維持管理基準が定められている。
- ③ 管理型最終処分場には、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が埋立処分される。
- ④ 安定型最終処分場には、雨水等にさらされてもほとんど変化しない安定型産業廃棄物が埋立処分されるが、処分場の内部と外部を遮断する遮水工が義務付けられている。
- 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－27 土壌・地下水汚染における「特定有害物質」についての次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 特定有害物質は、第一種特定有害物質（12物質）、第二種特定有害物質（9物質）及び第三種特定有害物質（5物質）からなる。
- ② 改正前の土壌汚染対策法（旧法）においては、（ア）有害物質を含む土壌を直接摂取すること、（イ）土壌中の有害物質が地下水に溶出し、当該地下水を摂取することの2つの経路に着目し、土壌に含まれることに起因して人の健康に係る被害を生ずる恐れがある26種類を、特定有害物質として政令で指定していた。
- ③ 亜鉛及びその化合物は、第二種特定有害物質ではない。
- ④ ポリ塩化ビフェニルは、地下水の摂取等によるリスク及び直接摂取によるリスクが指定されている。
- ⑤ 銅及びその化合物は、第二種特定有害物質ではない。

Ⅲ－28 「令和2年版環境・循環型社会・生物多様性白書」全体版第1部総合的な施策等に関する報告及び第2部各分野の施策等に関する報告，に基づく次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

- ① 2018年度の地下水質の概況調査結果，環境基準を超過する項目が見られた。過剰施肥，不適正な家畜排せつ物及び生活排水等が原因とみられる硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の環境基準超過が最も高くなっている。
- ② 都道府県等が2018年度に実施した調査結果では，土壤の汚染に係る環境基準又は土壤汚染対策法の基準を超えることが判明した事例において，有害物質の項目としてはふっ素，鉛，砒素等による汚染が多くみられた。
- ③ 2018年度の農用地の土壤汚染による精密調査では，特定有害物質であるカドミウム，銅，及び砒素が検出されている。
- ④ 2018年度までに地盤沈下が認められている地域は39都道府県64地域となっている。地盤沈下の防止のために，工業用水法及び建築物用地下水の採取の規制に関する法律に基づく地下水採取規制が実施されている。
- ⑤ マイクロプラスチック（2mm以下の微細なプラスチックごみ）による陸上生態系への影響が懸念されており，世界的な課題となっている。

Ⅲ－29 石油・天然ガス開発事業におけるHSEマネジメントに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① HSE (Health, Safety and Environment) とは、労働安全衛生並びに環境保全への取組のことをいい、そのマネジメントシステムであるHSEMS (Health, Safety and Environment Management System) は石油・天然ガス開発業界に広く導入されている。
- ② 1988年に北海油田で起きたパイパー・アルファ (Piper Alpha) の爆発・火災事故は、目標を設定しその実行を保証する自主管理から、規制当局が定める詳細に記述された規則による管理に変更される契機となった。
- ③ リスク評価の結果、許容できないリスクが抽出された場合は、リスク低減策を検討し、ALARP (As Low As Reasonably Practicable) 領域、すなわち合理的に可能な領域までリスクを低減する必要がある。
- ④ 我が国では、2004年に鉱山保安法が改正され、自主保安の原則のもとに鉱山保安確保に取り組むことが求められている。
- ⑤ 米国メキシコ湾にて坑井が暴噴・爆発し、掘削リグ「ディープウォーターホライゾン (Deepwater Horizon)」が炎上、沈没した事故では、3か月近く原油の海洋への流出が続き、この事故により深海掘削作業に対して当局の法的要求事項が見直されることになった。

Ⅲ－30 地震探査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。

地震探査は、地上の発震点でに地震波を起こし、そこから一定距離離れた地上の受振点でこれの反射波あるいは屈折波を観測して、地質構造や地下の物性分布を推定しようとする探査法である。屈折波を利用する屈折法は地下の構造調査に用いられることが多く、地下の構造調査を目的とする石油・天然ガス探鉱では反射波を利用する反射法が一般的に用いられる。地震探査法の解析・解釈作業の精度を上げるため、掘削された坑井内にを展開し地表でして深度方向にデータを取得する方法はVSP (Vertical Seismic Profiling) と呼ばれる。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	人工的	浅部	深部	受振器	発震
②	平均的	深部	浅部	発震器	受振
③	人工的	浅部	深部	発震器	受振
④	平均的	深部	浅部	受振器	発震
⑤	人工的	深部	浅部	受振器	発震

Ⅲ－31 傾斜掘削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 MWD (Measurement While Drilling) システムのデータ伝送方式の現在の主流は、伝送媒体として泥水を利用する方式である。
- ② 最小曲率法等の坑跡計算では、坑井の各測点における方位、傾斜角及び測定深度から垂直深度、偏距及び方位を計算する。
- ③ 傾斜坑井において掘削深度あるいは単に深度といったときには、鉛直方向の坑井の深度ではなく、坑井の長さを指す。
- ④ 掘進編成中のスタビライザーの位置や個数、外径等を調節することで、坑井の方位・傾斜角をある程度コントロールできる。
- ⑤ ロータリーステアラブルシステム (RSS, Rotary Steerable System) よりも、ロータリー掘進とスライド掘進を交互に繰り返すマッドモーターによる傾斜掘削の方が、坑跡はスムーズになる。

Ⅲ－32 坑井内物理検層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 高温環境下での測定においては、低温の泥水を物理検層作業直前に坑内に送り入れることにより高温対策する場合がある。
- ② 物理検層は通常ケーブルを巻き上げながら測定するが、機種によっては降下時にデータを取得することが可能な場合がある。
- ③ 物理検層の深度は、地表で計測されたドリルパイプの長さの積算値であり、坑井内の張力による伸張を考慮していない。
- ④ 坑井の掘進中にドリルカラーに装備された計測器によって各種物理量を測定する手法はLWD (Logging While Drilling) と呼称されるが、基本的な測定原理はワイヤーライン検層と同様である。
- ⑤ 高傾斜井や水平井などでワイヤーラインによる計測機器の降下が困難な場合には、ドリルパイプやチュービングの先端に機器を装着して降下する手法も実施されている。

Ⅲ－33 浸透率 3 md (ミリダルシー)、厚さ 5 m と、浸透率 5 md、厚さ 3 m の 2 枚の水平な地層が油層を構成している。この場合、油層の水平方向の平均浸透率 [md] として、その理論値に最も近い値はどれか。

- ① 0.27 ② 1.0 ③ 3.75 ④ 4.0 ⑤ 4.25

Ⅲ－34 生産中の油・ガス貯留層内の流れに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 油・ガスの貯留層において、孔隙は常に流体で満たされていて、油及びガスは地層水と共存状態にあるが、油やガスが単独で孔隙を満たすこともある。
- ② 温度の上昇とともに原油の粘度は低下し、ガス状成分が原油中に溶解すると粘度は上昇する。
- ③ 水押し型油層からの生産では、適正値を上回るレートで油を産出した場合、端水押しタイプではウォーターコーニング現象が、底水押しタイプではフィンガリング現象が起きる可能性が高い。
- ④ 坑井試験の 1 つであるドローダウン試験は、静止し安定した坑井を密閉した状態から一定レートで生産を開始し、その後の坑底圧力変化を測定するテストである。
- ⑤ 水平 2 次元の均質・等方な無限に広がる貯留層から一定のレートで油を生産した場合、生産井を中心にした貯留層内の圧力分布は、生産井からの距離に比例して大きくなると考えられる。

Ⅲ－35 非在来型の石油・天然ガスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① オイルシェールは油母頁岩とも言われ、比較的多量の有機物（ケロジエン）を含む微細粒子で構成される岩石であり、この有機物を熱分解あるいは乾留することによってシェール油及び可燃性ガスを抽出できる。
- ② シェールガスは、シェールの物性の多様性やフラクチャリングの発達状態の不透明さにもかかわらず、初期減退率は小さく安定した生産挙動を示す場合が多い。
- ③ メタンハイドレート濃集帯の存在は確認されていても、なぜ、それらがどのように形成されたかという点など、地質学的背景については不明な点が多い。
- ④ オイルサンド粗原油は非常に粘性が高いため、油層内の粗原油を加熱して流動性を与えるなど、増進回収法が適用される場合が多い。
- ⑤ 炭層メタンガスは石炭が生成される石炭化作用の過程で石炭と同時に生成されたメタンガスが石炭の孔隙表面に吸着したり、孔隙空間内に閉じ込められた形で賦存する。