

問題用紙は、試験監督員からの開始の指示があるまで一切開かないでください。

## 令和 3 年度

### 丙種化学(液化石油ガス)

### 学識試験問題

CZ

試験時間 13:30 ~ 15:30

#### 注意事項

- (1) 配布された問題用紙の種類(左上に黒地白文字で示しています。)が受験する試験の種類に間違いがないか、また、問題用紙と受験番号札の色が合致しているかどうか、必ず確認してください。  
万一、異なる場合は、速やかに試験監督員に申し出てください。
- (2) 答案用紙に記入されている受験番号、氏名等を確認し、間違いがあれば「受験者住所等修正票」を請求し、正しい内容を記入して試験監督員に提出してください。
- (3) この試験は電子計算機で採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。  
電子計算機は、黒く塗りつぶした ● の部分を読みとります。
- (4) 試験問題の解答は多肢選択式です。解答は、各問題の下に掲げてある(1)~(5)の中から、**最も適切なものを1問につき1個だけ選んでください**。1問につき2個以上選択した場合には、その問題については0点になります。
- (5) 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄にマークしてください。  
「記入例」  
問 次のうち正しいものはどれか。  
(1) A (2) B (3) C (4) D (5) E  
(3)を選択する場合には、  
(1) (2) (3) (4) (5)  
○ ○ ● ○ ○ のように、○の枠いっぱいに、はみ出さないようにHBまたはB鉛筆で黒く塗りつぶしてください。
- (6) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (7) 「問題用紙」および「答案用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

丙液(学)CZ

次の各問について、正しいと思われる最も適切な答をその問の下に掲げてある(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の選択肢の中から1個選びなさい。

---

問1 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、物質の構成などについて正しいものはどれか。

- イ. 原子量は水素原子を標準にしてその質量を1と定め、他の元素の質量をこれと比較した数値で表すこととしている。
- ロ. プロパンのように2種類以上の元素によって分子が構成されているものを化合物という。
- ハ. プロパンの分子量は二酸化炭素の分子量とほぼ同じである。
- ニ. 窒素の元素記号はNである。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) イ、ロ、ハ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

問2 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、化学の基礎知識について正しいものはどれか。ただし、気体はすべて理想気体とする。

- イ. 炭素原子 ( $^{12}\text{C}$ ) 24 g の物質量は、2.0 mol (モル) である。
- ロ. 標準状態において、2 g の水素ガスと2 g のプロパンガスはほぼ同じ体積となる。
- ハ. すべての理想気体は、同温・同圧のもとで、同体積中に同数の分子を含む。
- ニ. ブタン 29.0 g とプロパン 33.0 g を混合したガスの標準状態における体積は、およそ 22.4 リットルである。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問3 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、気体の圧力および一般的性質について正しいものはどれか。

- イ. 理想気体の絶対圧力は、一定温度のもとにおいては、その体積に反比例する。
- ロ. 理想気体の体積は、圧力一定のもとにおいては、その熱力学温度 (絶対温度) に反比例する。
- ハ. 絶対圧力とゲージ圧力との関係は、絶対圧力 = ゲージ圧力 + 大気圧である。
- ニ. 標準状態におけるプロパンの定圧比熱の値は、定容比熱の値より大きい。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) イ、ハ、ニ

問4 内容量 118 L の容器に、42.0 kg のプロパンが充填されている。このプロパンを 41.2 kg 消費したところ容器内の残液がなくなり、容器内の温度が 40.0 °C で安定した。気体のプロパンは理想気体であるとして計算すると、このときの残圧（ゲージ圧力）はおよそ何 MPa となるか。

- (1) 0.10 MPa    (2) 0.20 MPa    (3) 0.30 MPa    (4) 0.40 MPa    (5) 0.50 MPa

問5 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、炭化水素の一般的性質について正しいものはどれか。

イ. 炭素と炭素の結合がすべて飽和結合（単結合）である炭化水素を飽和炭化水素といい、アセチレンは飽和炭化水素のひとつである。

ロ.  $C_4H_{10}$  の分子式で表されるブタンは、アルカンのひとつであり、2種類の異性体が存在する。

ハ. アルケンは、分子式が一般に、 $C_nH_{2n}$  ( $n$  は 2 以上の整数) と表され、分子内に二重結合を 1 個もっている。

ニ. ブタンは、ブタジエンよりも化学的に反応しやすい性質をもっている。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ニ    (3) ロ、ハ    (4) イ、ハ、ニ    (5) ロ、ハ、ニ

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、炭化水素のガス密度などについて正しいものはどれか。

イ. 同一 LP ガスのガス密度は、圧力が一定の場合、温度が上がると小さくなる。

ロ. 標準状態（0 °C、0.1013 MPa）におけるプロパンのガス密度はおよそ 2.0 kg/m<sup>3</sup> である。

ハ. エタンとプロパンの標準状態（0 °C、0.1013 MPa）における比体積は、プロパンのほうが大きい。

ニ. プロパンと  $n$ -ブタンの標準状態（0 °C、0.1013 MPa）におけるガスの比重は、プロパンのほうが大きい。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ニ    (3) ハ、ニ    (4) イ、ロ、ハ    (5) ロ、ハ、ニ

問7 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、LP ガスの液密度などについて正しいものはどれか。

- イ. 同一 LP ガスの、圧力による液密度の変化は、ガス密度の変化に比べて小さい。
- ロ. 飽和蒸気圧下におけるプロパンの液密度は、温度が上昇すると大きくなる。
- ハ. 同一温度におけるプロパンと *n*-ブタンの液密度を比較すると、*n*-ブタンのほうが大きい。
- ニ. 20℃ の飽和蒸気圧下におけるプロパンの液密度は、およそ 0.5 kg/L である。

- (1) イ、ロ (2) ロ、ハ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ニ (5) イ、ハ、ニ

問8 プロパン 20 mol%、ブタン 80 mol% の混合ガス 50 kg の体積は標準状態 (0℃、0.1013 MPa) でおよそ何 m<sup>3</sup> か。ただし、気体はすべて理想気体として計算せよ。

- (1) 19 m<sup>3</sup> (2) 20 m<sup>3</sup> (3) 22 m<sup>3</sup> (4) 24 m<sup>3</sup> (5) 25 m<sup>3</sup>

問9 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、顕熱と潜熱、蒸発熱、飽和蒸気圧について正しいものはどれか。

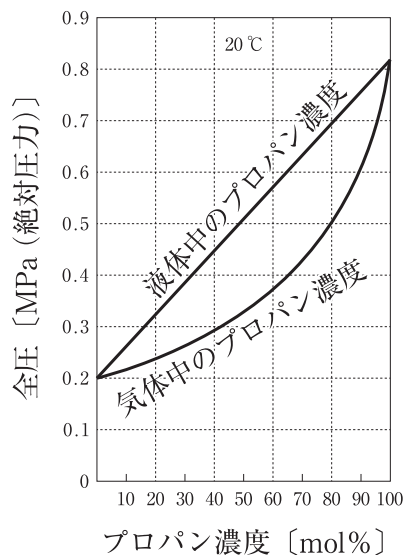
- イ. 物質の温度変化に関係する熱を潜熱といい、これに対して、液体が気体になるなどの状態変化 (相変化) だけに関係する熱を顕熱という。
- ロ. 同じ物質であれば、蒸発熱の値のほうが凝縮熱の値より大きい。
- ハ. 標準大気圧 (0.1013 MPa) 下で、プロパンと *n*-ブタンのそれぞれの沸点における単位質量あたりの蒸発熱を比較すると、プロパンのほうが大きい。
- ニ. プロパンが充填された容器内の圧力が、その温度におけるプロパンの飽和蒸気圧よりも低い場合、容器内に液体のプロパンは存在しない。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問10 プロパン 25.0 mol%、*n*-ブタン 75.0 mol% からなる液状の LP ガスの 30℃ における飽和蒸気圧は、ゲージ圧力でおよそ何 MPa になるか。ラウールの法則に基づき計算せよ。ただし、30℃ におけるプロパンおよび *n*-ブタンの単一成分の飽和蒸気圧（ゲージ圧力）は、それぞれ 0.97 MPa および 0.18 MPa とする。また、大気圧は標準大気圧（0.1013 MPa）とする。

- (1) 0.28 MPa    (2) 0.36 MPa    (3) 0.38 MPa    (4) 0.46 MPa    (5) 0.48 MPa

問11 次図は容器に充填されたプロパンと *n*-ブタンからなる LP ガスの 20℃ における液体中と気体中のプロパン濃度 mol% と飽和蒸気圧（全圧）の関係を表したものである。次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、正しいものはどれか。ただし、気体はすべて理想気体とする。



- イ. この図は、低沸点成分がプロパンであることを示している。  
 ロ. 液体中のプロパンの濃度が 60 mol% のとき、気体中のプロパンの濃度はおよそ 85 mol% である。  
 ハ. 液体中のプロパンの濃度が 80 mol% のとき、容器内の圧力はおよそ 0.6 MPa（ゲージ圧力）である。  
 ニ. この図から 20℃ における単一成分の *n*-ブタンの蒸気圧（プロパン濃度 0 mol% のときの蒸気圧）は、およそ 0.1 MPa（ゲージ圧力）である。

- (1) イ、ロ    (2) イ、ロ、ハ    (3) イ、ハ、ニ    (4) ロ、ハ、ニ    (5) イ、ロ、ハ、ニ

問12 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、沸点、臨界温度について正しいものはどれか。

- イ. 液体の液面に作用する圧力とその液体の飽和蒸気圧とが等しくなる温度を、その圧力における沸点という。
- ロ. 異性体をもつ炭化水素の異性体間では、直鎖状炭化水素の沸点は、分枝した炭化水素の沸点よりも高い。
- ハ. 実在ガスは、臨界温度以下の温度では圧力を加えても液化させることができない。
- ニ. プロパンの臨界温度と *n*-ブタンの臨界温度を比較すると、プロパンのほうが高い。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問13 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、発火点・引火点について正しいものはどれか。

- イ. 可燃性ガスが空気中で自然発火を起こす最低温度を発火点という。
- ロ. 冷却して液体になった *n*-ブタンを空気中で徐々に加熱しながら火炎を近づけたところ、 $-60^{\circ}\text{C}$  で燃焼した。このときの温度を *n*-ブタンの引火点という。
- ハ. 同一測定条件下でのプロパンの発火点は、*n*-ブタンの発火点よりも低い。
- ニ. 標準大気圧下において、プロパンの引火点はその沸点よりも高い。

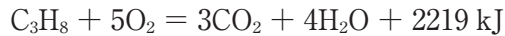
- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ハ (5) ロ、ニ

問14 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、空気中における可燃性ガスの爆発範囲（燃焼範囲）について正しいものはどれか。

- イ. 一般に空気と可燃性ガスの混合物中の可燃性ガスの爆発範囲は、混合物中の可燃性ガスの体積パーセント（vol%）で表される。
- ロ. メタンの爆発範囲（常温、大気圧）は、アセチレンのそれよりも広い。
- ハ. 可燃性混合気中に二酸化炭素などの不活性ガスを添加すると、爆発範囲は狭くなる。
- ニ. 複数の可燃性ガスの混合ガスの爆発限界を計算によって近似的に求める方法として、ル・シャトリエの法則がある。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

問15 プロパンが燃焼する現象を式で表すと以下になる。次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、正しいものはどれか。ただし、標準状態は0℃、0.1013 MPaとする。



- イ. プロパン 10 m<sup>3</sup> (標準状態) を完全燃焼させると、二酸化炭素は 30 m<sup>3</sup> (標準状態) 生成する。
- ロ. プロパン 2.0 kg を完全燃焼させると、水 (水蒸気) は 8.0 kg 生成する。
- ハ. プロパン 1.0 m<sup>3</sup> (標準状態) を完全燃焼させるためには、理論上 5.0 m<sup>3</sup> (標準状態) の酸素が必要である。
- ニ. プロパン 1.0 m<sup>3</sup> (標準状態) を完全燃焼させると、総発熱量はおよそ 99 MJ である。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

問16 内径 0.10 m の鋼管を用いて、水を平均流速 1.5 m/s で流すと、流量はおよそ何 m<sup>3</sup>/h か。

- (1) 12 m<sup>3</sup>/h (2) 42 m<sup>3</sup>/h (3) 69 m<sup>3</sup>/h (4) 71 m<sup>3</sup>/h (5) 170 m<sup>3</sup>/h

問17 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、応力などについて正しいものはどれか。

- イ. 物体に作用する荷重の種類の中には、曲げ、せん断、ねじり、座屈もある。
- ロ. 物体に荷重が作用すると、荷重が作用する向きと同じ向きに、抵抗力が生じる。
- ハ. 温度変化による伸縮が、外部的な拘束によって妨げられて生じる応力を、熱応力という。
- ニ. クリープは、繰り返しの荷重により、静荷重によるよりも小さい荷重で、破壊が起こる現象である。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問18 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、薄肉円筒胴の内圧に対する強度について正しいものはどれか。

- イ. 材質、外径が同じ場合、肉厚が厚くなるほど強度は小さくなる。
- ロ. 材質、肉厚が同じ場合、外径が小さくなるほど強度は大きくなる。
- ハ. 材質、外径、肉厚が同じ場合、円筒の長さが長くなるほど強度は小さくなる。
- ニ. 内圧を高めて破損させると、軸線に平行に割れる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ハ、ニ

問19 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、金属材料について正しいものはどれか。

- イ. 高張力鋼は、炭素鋼に Mn、Si、Ni、Cr、Moなどを微量添加し、韌性、溶接性を損なうことなく強度を上げた鋼である。
- ロ. 炭素鋼は、熱処理を行うと韌性や溶接性が損なわれるので、行ってはならない。
- ハ. リン青銅は、銅とすずのほかにも 0.5 % 以下のリンを含む銅合金である。耐食性、耐摩耗性に優れ歯車、軸受、ばねなどの材料として使用される。
- ニ. アルミニウム合金は、軽量かつ機械的性質が良好で、低温での脆化現象がないため、低温用機器の材料などに使用される。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、ハ、ニ

問20 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、金属材料の腐食と防食について正しいものはどれか。

- イ. マクロセル腐食には、酸性土壌腐食、一般土壌腐食などがある。
- ロ. 水分を含んだ亜硫酸ガスは、常温において炭素鋼を腐食させる。
- ハ. コンクリート壁に鋼管を貫通させるときは、コンクリートと鋼管との接触による腐食に注意する。
- ニ. 直流電気鉄道のレール付近では、埋設管に流入した迷走電流が土壤に流出する地点で激しい腐食を起こすことがある。この現象を電食という。

- (1) イ、ハ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) ロ、ニ (5) ロ、ハ、ニ