

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 6 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、温度と圧力などについて正しいものはどれか。

- イ. 熱力学温度 100 K とセルシウス温度 100 °C では、セルシウス温度 100 °C のほうが低温である。
- ロ. トリチェリの実験で水銀柱を 760 mm に押し上げる圧力は標準大気圧と同一である。
- ハ. ある容器に密度一定の液体が入っているとき、同じ深さであれば測定位置によらず圧力は同じである。
- ニ. 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。

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

問2 プロパン 4.0 kg、ブタン 8.0 kg からなる LP ガスがすべてガス状になったときの標準状態 (0 °C、0.1013 MPa) における体積はおよそ何 m³ か。ただし、プロパン、ブタンは理想気体とする。

- (1) 4.1 m³ (2) 4.7 m³ (3) 5.1 m³ (4) 5.6 m³ (5) 6.0 m³

問3 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、熱量と比熱などについて正しいものはどれか。

- イ. 1 J は 1 N の力が物体に作用し、1 m の距離を動かすときの仕事である。
- ロ. 1 kg の物質の温度を 1 K だけ上げるのに 1 J の熱量を必要とした場合、その物質の比熱は 1 J/(kg・K) である。
- ハ. 大気圧下、25 °C において、理想気体では同一気体の場合、定圧比熱は、定容比熱より小さい。
- ニ. 20 °C における、プロパン (液体) の体膨張率は、水 (液体) の体膨張率より大きい。

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

問4 内容積 50 m³ の LP ガス貯槽の気密試験を行うために窒素を圧入し、その圧力を 1.80 MPa (ゲージ圧力) まで上げて放置した。このときの貯槽内のガス温度は 30 °C であった。その後、貯槽内のガス温度が低下し、圧力が 1.73 MPa (ゲージ圧力) になったとすれば、貯槽内の窒素の温度はおよそ何 °C になったか計算せよ。ただし、窒素は理想気体とし、この貯槽の内容積変化はなく、漏えいもないものとする。また、大気圧は、標準大気圧 (0.1013 MPa) とする。

- (1) 19 °C (2) 21 °C (3) 23 °C (4) 25 °C (5) 27 °C

問5 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、炭化水素について正しいものはどれか。

- イ. 炭素原子1個は、4個の水素原子と結合することが知られていることから、水素の原子価は4価であるという。
- ロ. 分子式は同じであっても、構造式が異なる2種の炭化水素が存在する場合、それらは互いに異性体であるという。
- ハ. メタンには、異性体が存在する。
- ニ. ノルマルブタン (*n*-ブタン) とイソブタンは、分子式は同じである。

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

問6 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、炭化水素について正しいものはどれか。

- イ. アルカンが飽和炭化水素であるのに対し、アルケン、アルキンは不飽和炭化水素である。
- ロ. 分子内に三重結合を1つもっている炭化水素を、アルキンという。
- ハ. プロピレンのように、分子内に二重結合をもつ炭化水素をジエン（ジエン系炭化水素またはジオレフィン系炭化水素）という。
- ニ. LPガスの主成分の1つであるブタンは、不飽和炭化水素である。

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

問7 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、LPガスの一般的性質について正しいものはどれか。

- イ. LPガスの成分である炭素数が3～4の低級炭化水素は、常温常圧では気体である。
- ロ. 純粋なプロパン、ブタンは芳香臭を有するため、これらを主成分とするLPガスは着臭を行わない。
- ハ. プロパン、ブタンは、温度10～15℃では、1MPa（ゲージ圧力）以下の圧力で液化させることができる。
- ニ. LPガスを液化させる際には、温度が低いほど高い圧力を必要とする。

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

問8 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、ガスおよび液の密度などについて正しいものはどれか。

イ. 標準状態において、プロパンのガス密度はブタンのガス密度より大きい。

ロ. ある体積を占めるガスの質量と、これと同体積の標準状態における気体の窒素の質量との比をガスの比重という。

ハ. 物質の単位質量当たりの体積を比体積といい、比体積の単位には、L/gなどが用いられる。

ニ. 4℃の水の液比重は無単位の1である。

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

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. 標準大気圧 (0.1013 MPa) において、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当たりの蒸発熱の値は、*n*-ブタンのほうが大きい。

ハ. 標準大気圧 (0.1013 MPa) において、同一物質であれば、気体が液体に変化するときに出る凝縮熱の絶対値は、液体が気体に変化するときに必要な蒸発熱の絶対値に等しい。

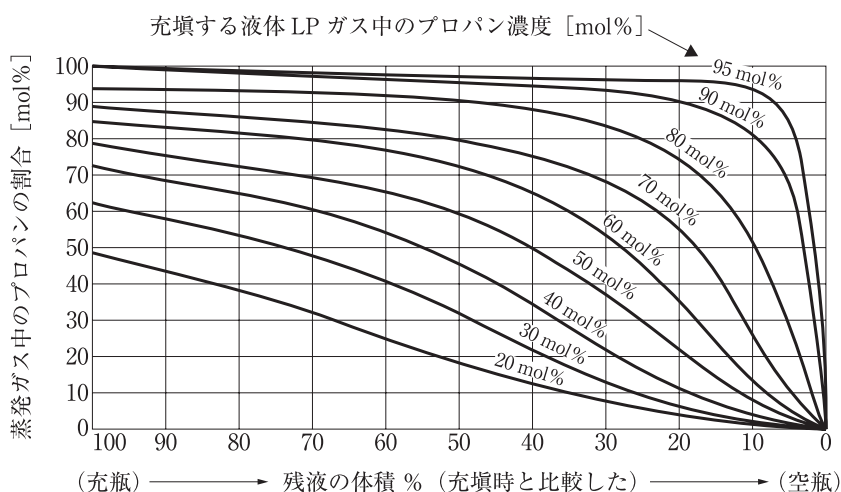
ニ. プロパンが充填された容器内の圧力が、その温度におけるプロパンの飽和蒸気圧よりも低い場合、容器内に液体のプロパンは存在しない。

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

問10 プロパンと *n*-ブタンの 20℃ の混合液が充填された容器内の蒸気圧が、0.58 MPa (ゲージ圧) であった。この混合液中のプロパンは、およそ何 mol% か。ラウールの法則を用いて求めよ。ただし、温度 20℃ におけるプロパン、*n*-ブタンの飽和蒸気圧 (絶対圧力) は、それぞれ 0.83 MPa、0.21 MPa とする。また、大気圧は、標準大気圧 (0.1013 MPa) とする。

- (1) 56 mol% (2) 60 mol% (3) 66 mol% (4) 70 mol% (5) 76 mol%

問11 下図は、プロパンと *n*-ブタンからなる液体 LP ガスを容器が充瓶となるまで充填した後、自然気化により消費するとき、容器内の気化ガス（以下「蒸発ガス」という。）の組成変化を示したものである。また、図中の各曲線に付した濃度 [mol%] は、容器に充填する液体 LP ガス中のプロパンの濃度を示している。このとき、次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、正しいものはどれか。なお、ガスの消費は、つねに自然気化により、充填したときと比較した残液の体積が 100 %（充瓶）の状態から行われるものとする。



- イ. プロパン濃度が 90 mol% の液体 LP ガスを容器に充填したとき（充瓶）、容器内の蒸発ガス中のプロパン濃度は、およそ 100 mol% である。
- ロ. プロパン濃度が 50 mol% の液体 LP ガスを容器に充填したとき、消費中に残液の体積が 50 % になった容器内の蒸発ガス中のプロパン濃度は、およそ 60 mol% である。
- ハ. 図中の曲線はすべて、充填する液体 LP ガス中のプロパン濃度より、残液の体積が 70 % 以上の領域における蒸発ガス中のプロパン濃度のほうが高いことを示している。
- ニ. 消費が進むにしたがって、蒸発ガスの単位体積当たりの発熱量は小さくなる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ハ、ニ (4) イ、ロ、ハ (5) 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沸点といい、一般に、液体に作用する圧力が標準大気圧 (0.1013 MPa) のときの沸騰する温度を指す。
- ロ. 一般に、標準大気圧 (0.1013 MPa) 下において、飽和炭化水素の沸点は、炭素原子数が多くなるほど低くなる。
- ハ. 一般に、標準大気圧 (0.1013 MPa) 下において、異性体をもつ炭化水素であるブタンでは、*n*-ブタンの沸点は、イソブタンの沸点よりも低い。
- ニ. 実在ガスは、臨界温度以下の温度で圧力を加えれば液化させることができる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ニ (3) ロ、ハ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、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呼ぶ。
- ロ. プロパンの発火点は、ガソリンの発火点よりも低い。
- ハ. 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、液温 -60°C で燃焼を開始した。このときの温度を *n*-ブタンの引火点という。
- ニ. LP ガスの引火点は、同じ LP ガスの発火点よりも高い。

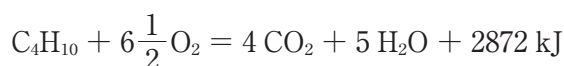
- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) イ、ニ (4) ロ、ハ (5) ロ、ニ

問14 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、爆発範囲について正しいものはどれか。

- イ. 爆発範囲は燃焼範囲と呼ばれることもある。
- ロ. プロパンの爆発範囲（常温、大気圧、空気中）は、水素の爆発範囲（常温、大気圧、空気中）より広い。
- ハ. 一般に爆発範囲は、可燃性ガスと空気を混合した場合よりも、同じ可燃性ガスと酸素を混合した場合のほうが狭くなり、爆発の危険性が減少する。
- ニ. *n*-ブタンへの不活性ガスの混合は、爆発範囲に変化を与え、不活性ガスを加える割合が大きくなると爆発範囲は狭くなる。

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

問15 標準状態（ 0°C 、 0.1013 MPa ）のイソブタンが完全燃焼したときの燃焼方程式は、以下のとおりである。次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、正しいものはどれか。ただし、空気中の酸素濃度を $21\text{ mol}\%$ とし、発熱量は総発熱量とする。



- イ. イソブタン 1 m^3 を完全燃焼させると、二酸化炭素 4 m^3 （標準状態）が生成される。
- ロ. イソブタン 1 kg を完全燃焼させると、およそ 1.55 kg の水（水蒸気）が生成される。
- ハ. イソブタン 1 kg を完全燃焼させると、発生する熱量はおよそ 128 MJ である。
- ニ. イソブタン 1 m^3 を完全燃焼させるために必要な理論空気量は、およそ 24 m^3 （標準状態）である。

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

問16 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、伝熱について正しいものはどれか。

- イ. 熱伝導率は、物質の熱の伝わりやすさを示す数値である。アルミニウムと炭素鋼の数値を比較すると、アルミニウムのほうが小さい。
- ロ. 固体表面とこれに接する流体との間で熱が移動する現象を、熱伝達という。
- ハ. 熱放射線がすべて吸収される理想的な物体を黒体といい、この黒体の単位表面積当たりから、単位時間当たりに放射される熱放射エネルギーは、その黒体の絶対温度の4乗に反比例する。
- ニ. 放射伝熱は、高温の固体や流体がもつ熱エネルギーを、主に赤外線として放射して熱を伝える現象で、熱を伝える媒体を必要としない。

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

問17 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、荷重、応力、ひずみについて正しいものはどれか。

- イ. 両端が固定された鋼棒の温度が上昇すれば、荷重をかけなくても応力が発生する。
- ロ. 応力を求める式は、次のように表される。
応力 σ = 抵抗力 F × 断面積 A
- ハ. 物体に荷重が作用して弾性限度を超えた応力が生じると、荷重を除いても完全に元の形状に戻らないで永久ひずみを生じる。その現象を、塑性変形という。
- ニ. 軟鋼材料に引張荷重を加えていき、その材料が破断するまでに発生するひずみは、常に応力と比例の関係にある。

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

問18 次のイ、ロ、ハ、ニの記述のうち、薄肉円筒胴の応力について正しいものはどれか。

- イ. 薄肉円筒胴に内圧をかけて破壊させたとき、軸線と平行方向に割れる。
- ロ. 薄肉円筒胴に内圧をかけたとき、円周方向には引張応力、軸方向には圧縮応力が生じる。
- ハ. 薄肉円筒胴に内圧をかけたとき、軸方向の応力は円周方向の応力の1/2倍である。
- ニ. 内圧を受ける薄肉円筒胴に発生する応力は、肉厚、内半径および内圧の値から求めることができる。

- (1) イ、ロ (2) イ、ハ (3) ロ、ニ (4) イ、ハ、ニ (5) ロ、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. アルミニウムは、水銀と接触するとアマルガムを形成し著しい腐食を生じる。

ロ. 18-8 ステンレス鋼 (SUS304) は、低炭素鋼にクロム約 18 %、ニッケル約 8 % を含む合金鋼で、非磁性の特徴があり、耐熱性に優れている。一方、耐食性は使用環境によって低下することがある。

ハ. 黄銅は、主として銅とすずからなる合金で、継手や弁類などの材料として用いられる。

ニ. 一般に炭素鋼は、炭素の含有量が増すと、伸び、衝撃値などは増加するが、硬さ、引張強さは低下する。

- (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、非金属材料について正しいものはどれか。

イ. エチレンプロピレンゴム (EPDM) は、耐候性、耐 LP ガス性に優れているのでゴムホースの内層面に用いられる。

ロ. フッ素ゴム (FR) は、耐 LP ガス性、耐寒性、耐薬品性に優れている。一部の圧力調整器に使用されている。

ハ. 四フッ化エチレン樹脂 (PTFE) は、耐薬品性、耐低温性に優れ、自己潤滑性であるためバルブのパッキン材として使用されている。

ニ. ポリビニルアルコール樹脂 (PVA) は、引張、圧縮に強く、耐衝撃性、耐摩擦性に優れている。バルブのシートパッキンに用いられている。

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