

高校化学プリント（過去問類似）

物質の状態と平衡 No.1

名前

得点

/10

問1 一定温度に保たれたピストン付きの密閉容器に、窒素と水蒸気が入っている。この容器を圧縮して体積を減少させたところ、水蒸気の一部が凝縮して液体の水が生じた。凝縮が起こっている状態における、容器内の水蒸気の分圧に関する説明として最も適当なものはどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. 水蒸気分圧は、その温度における水の飽和蒸気圧に等しい。 | 2. 水蒸気分圧は、圧縮前の分圧に体積の減少比を掛けた値に等しい。 | 3. 水蒸気分圧は、その温度における水の飽和蒸気圧よりも大きくなる。 | 4. 水蒸気分圧は、全圧から窒素分圧を引いた値よりも小さくなる。 |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|

問2 可逆反応が平衡状態に達したときの説明として最も適当なものを、次のうちから一つ選べ。 (2022年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. 正反応の速度と逆反応の速度が等しくなり、見かけ上反応が停止したように見える状態 | 2. 正反応の速度定数と逆反応の速度定数が等しくなった状態 | 3. 反応物と生成物のモル濃度がすべて等しくなった状態 | 4. 正反応のみが進行し、逆反応の速度が0になった状態 |
|--|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

問3 酢酸2.0 molとエタノール8.0 molを混合して反応させたところ、酢酸エチルが88 g生成した。このエステル化反応における酢酸の収率として最も適当なものはどれか。ただし、酢酸エチルの分子量は88とする。 (2013年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 42% | 2. 44% | 3. 50% | 4. 83% |
|--------|--------|--------|--------|

問4 0度、 1.013×10^5 Paにおいて、22.4 Lの酸素分子 O_2 と22.4 Lの窒素分子 N_2 をそれぞれ用意したとき、含まれる分子数の関係として最も適切なものはどれか。 (2005年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1. 酸素分子の方が窒素分子より多い | 2. 窒素分子の方が酸素分子より多い | 3. 酸素分子と窒素分子の数は等しい | 4. 気体の種類が異なるため比較できない |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|

問5 海水に関する記述として、化学的な性質に基づいた説明として最も適切なものはどれか。 (2004年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--|--|---------------------------------------|--|
| 1. 海水は純水と比較して、凝固点降下により0度よりも低い温度で凍り始める。 | 2. 海水に含まれる塩化物イオンは、電気的に中性であるため電気伝導性には寄与しない。 | 3. 海水を加熱して沸騰させると、溶けている塩類も水蒸気とともに蒸発する。 | 4. 海水に炎色反応を示す成分が含まれているため、海水自体が特有の炎色を呈する。 |
|--|--|---------------------------------------|--|

問6 一定温度において、ある気体が1.0気圧で水1.0 Lに 1.0×10^{-3} mol溶けるとき、同じ温度で圧力を2.0気圧にした場合、水1.0 Lに溶ける気体の物質質量は何molか。 (2005年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. 0.25×10^{-3} mol | 2. 0.50×10^{-3} mol | 3. 1.0×10^{-3} mol | 4. 2.0×10^{-3} mol |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

問7 物質が昇華を起こす物理的な背景として、最も適切な説明を選べ。 (2020年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1. 物質の三重点における圧力が大気圧よりも高い場合、その物質は常圧下で昇華する。 | 2. 分子結晶において分子間の引力が非常に強いいため、加熱しても液体にならずに気体になる。 | 3. 昇華は分子の熱運動が完全に停止した状態で起こる現象であり、絶対零度付近でのみ観察される。 | 4. 液体状態が存在しない物質は自然界には存在せず、すべての物質は必ず液体を経由して気体になる。 |
|---|---|---|--|

問8 水の状態図に基づき、標準的な大気圧である 1.01×10^5 Paよりも低い圧力環境下における水の沸点について述べたものとして正しいものはどれか。 (2024年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|
| 1. 水の沸点は100度よりも低くなる。 | 2. 水の沸点は100度よりも高くなる。 | 3. 水の沸点は圧力に関係なく常に100度である。 | 4. 水は沸騰せず、すべて昇華する。 |
|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------|

問9 窒素の分子量を28、アルゴンの分子量を40とし、空気の主成分を窒素とアルゴンのみと仮定する。この混合気体の密度が純粋な窒素の密度よりも0.50パーセント大きいとき、この混合気体に含まれるアルゴンの体積百分率は何パーセントか。最も適当な数値を次から選べ。 (2025年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. 0.8パーセント | 2. 1.2パーセント | 3. 1.6パーセント | 4. 2.0パーセント |
|-------------|-------------|-------------|-------------|

問10 物質が固体から液体へ状態変化する際に吸収する熱量を何と呼ぶか。最も適切なものを一つ選べ。 (2011年 全国公立入試 類似)

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 融解熱 | 2. 蒸発熱 | 3. 昇華熱 | 4. 生成熱 |
|--------|--------|--------|--------|

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 水蒸気分圧は、その温度における水の飽和蒸気圧に等しい。	一定温度で気体を圧縮したとき、水蒸気分圧がその温度における飽和蒸気圧に達すると、それ以上の圧縮分は液体として凝縮する。凝縮が起こっている間、気相中の水蒸気は飽和状態にあり、その分圧は常に飽和蒸気圧に等しく保たれる。
問2	答え 1 正反応の速度と逆反応の速度が等しくなり、見かけ上反応が停止したように見える状態	可逆反応において平衡状態に達すると、正反応の速度と逆反応の速度が等しくなる。このとき、各物質の濃度は一定に保たれ、見かけ上は反応が停止したように見えるが、実際には両方向の反応が同じ速度で進行している（動的平衡）。反応速度定数や各物質のモル濃度が等しくなるとは限らない。
問3	答え 3 50%	エステル化反応は可逆反応であり、酢酸とエタノールから酢酸エチルと水が生成される。生成された酢酸エチル88 gは、分子量が88であることから1.0 molに相当する。反応前の混合物において、酢酸2.0 molとエタノール8.0 molのうち、酢酸が制限反応物となる。したがって、理論上の最大生成量は2.0 molであり、実際に生成した1.0 molとの比をとると、収率は50%と算出される。
問4	答え 3 酸素分子と窒素分子の数は等しい	アボガドロの法則により、同温・同圧のもとでは気体の種類によらず、同体積の気体中には同数の分子が含まれます。したがって、酸素と窒素という気体の種類に関わらず、標準状態において同じ22.4 Lという体積であれば、含まれる分子数は等しくなります。このとき、分子数はどちらも約 6.02×10^{23} 個となります。
問5	答え 1 海水は純水と比較して、凝固点降下により0度よりも低い温度で凍り始める。	海水には塩化ナトリウムなどの塩類が溶け込んでおり、溶質が溶媒に溶けることで溶液の凝固点が純溶媒よりも低くなる「凝固点降下」という現象が起こります。そのため、海水は0度では凍らず、それよりも低い温度で凍結します。他の選択肢について、塩化物イオンは電解質として電気伝導性に寄与し、沸騰しても塩類は残留し、炎色反応は特定の金属イオンが示す現象であるため誤りです。
問6	答え 4 2.0×10^{-3} mol	ヘンリーの法則により、一定温度で液体に溶ける気体の物質量は圧力に比例する。圧力が1.0気圧から2.0気圧へと2倍になったため、溶ける気体の物質量も元の値の2倍となり、 2.0×10^{-3} molとなる。
問7	答え 1 物質の三重点における圧力が大気圧よりも高い場合、その物質は常圧下で昇華する。	物質の状態変化は、温度と圧力の関係を示す相図によって決まる。ある物質の三重点（固体・液体・気体が共存する点）の圧力が大気圧よりも高い場合、大気圧下では液体状態が存在し得ないため、固体から気体への直接的な変化である昇華が起こる。二酸化炭素などがこの条件を満たす。分子間力が強い場合は融点や沸点が高くなる傾向があり、昇華の直接的な原因とはならない。
問8	答え 1 水の沸点は100度よりも低くなる。	水の状態図において、液相と気相の境界線（蒸気圧曲線）は、圧力が低くなるほど温度が低くなる右上がりの傾向を示す。そのため、外部圧力が 1.01×10^5 パスカルより低い環境では、水の蒸気圧が外部圧力と等しくなる温度（沸点）は100度よりも低くなる。これは高地で水の沸点が下がる現象として知られている。
問9	答え 2 1.2パーセント	混合気体の密度は平均分子量に比例する。アルゴンの体積百分率をxとすると、混合気体の平均分子量は $28(1-x) + 40x$ と表される。これが窒素の分子量28の1.005倍であることから、 $28 + 12x = 28 \times 1.005$ という式が導かれる。これを整理すると $12x = 0.14$ となり、 $x = 0.14 / 12 = 0.01166\dots$ となる。百分率に換算すると約1.2パーセントである。
問10	答え 1 融解熱	物質が固体から液体に変化する際に必要な熱量を融解熱と呼ぶ。一方、液体から気体に変化する際に必要な熱量は蒸発熱である。昇華熱は固体から直接気体になる際の熱量であり、生成熱は成分元素の単体から化合物1molが生成する際の熱量である。これらの用語は状態変化に伴うエネルギーの出入りを定義するものであり、混同しないよう注意が必要である。