

出題意図（2024 年度理科）

第 1 問(物理)

ジェットコースターを念頭に、弾性衝突におけるエネルギー保存の法則、運動量保存の法則の適用のしかたや、円運動の基本的な性質、垂直抗力などの理解を確認する問題です。

問 1: (1) エネルギー保存の法則の簡単な応用ができるかを確認する問題です。

(2) 頂点と同じ高さから出発した台車がループを回る条件を問うています。エネルギー保存の法則から、同じ高さでは速度が 0 になることに注目すれば基本的な問題です。

(3) 台車がループを回る条件を解く問題です。頂点において、遠心力と重力の大小関係をきちんと扱えるかを見ています。

問 2: (1) 問 1 の(1)と同じくエネルギー保存則の応用を確認する問題です。

(2) 質点同士の弾性衝突について、エネルギー保存の法則と運動量保存の法則をきちんと扱えるかを確認する問題です。

(3) 問 1 の(3)と問 2 の(2)を組み合わせることで、ループを周る条件を導出する応用問題です。これまでの過程をきちんと理解できているかを確認しています。

第 2 問(物理)

交流回路は、高校で学ぶ物理学の中でも特に難しい分野かもしれません。ところが、実際に使われている電気製品は、高校で学んだ電磁気学の内容を用いて理解できるものが多いです。普段からそのような意識を持って欲しいです。また、図を用いて理解を深める意識も持って欲しいです。図は、覚える量を増やすために教科書に載っているのではなく、理解しやすくするために用いています。

問 1: 波の波長を求める基本的な問題です。廃止に近い AM の NHK 東京第 1 放送は 594 kHz の周波数を使用しています。

問 2: コンデンサーとコイルについて、それらの単独の性質と組み合わせた場合の性質について、理解しているかを問う問題です。言葉で説明されたことがグラフで視覚的に表現されることを意識すると、理解が深まります。

問 3: 写真のバリコンは、中央の軸を回転させることで金属板の重なり具合が変化する仕組みを持っています。極板の面積を変えることでコンデンサーの電気容量が変化することを理解できているかを問うています。

問 4: コイルの場合には芯材を入れると、コイル内の透磁率が大きくなり、それに伴って、芯材が無いときに比べて磁束密度が大きくなります。その結果、自己インダクタンスも増加します。そうした基本知識を問うています。

第3問(物理)

文学作品の中で取り上げられている光の圧力とラジオメーターについての問題です。一見光の圧力で説明できるような実験器も異なる原理で作動していることを説明する問題です。

問 1: アインシュタインの光量子仮説に基づいて光子の運動量、エネルギーについて文章を完成させていく問題です。

問 2: 光が鏡のような全反射をする場合の運動量の変化を力学の知識を使って解く問題です。

問 3: 光が完全吸収されるような状態は完全非弾性衝突と考えられるので、その際の運動量の変化を求める問題です。

問 4: 問 2 および問 3 の結果から太陽光を当てた場合に羽がどちらに回転するかを理由を述べて説明する問題です。力学の完全弾性衝突及び完全非弾性衝突の意味を理解して説明できるかを問うています。

問 5: ラジオメーターは一見すると上記で説明がつくように思えますが、異なる原理で羽が回転しています。光が吸収されることによりその面で温度が上昇しますが、この現象を気体分子運動論で説明する問題です。

問 6: 以上の結果を基にソーラーセイル(太陽帆)を有する宇宙探査機では太陽の当たる面がどのような条件を満たせばよいかを判断する問題です。

第4問(化学)

物質の構成と変化に関する基礎的な知識を問う問題です。

問 1: 物理変化と化学変化について、理解度を測るための出題です。

問 2: 原子の構造と化学結合について、理解度を測るための出題です。

問 3: 化学反応式とその量的関係について、理解度を測るための出題です。

問 4: 質量パーセント濃度とモル濃度について、理解度を測るための出題です。

問 5: 中和『滴定』について、理解度を測るための出題です。

第5問(化学)

物質の状態や変化および無機物質についての知識の有無と理解度、それらの知識に基づいた化学的な思考力、さらには化学に対する関心の高さを判定します。

問 1: 気体の溶解に対する基本的な知識の有無と、その応用力を判定します。計算問題については問題文の情報から立式可能ですので、十分な知識が無くとも思考力を発揮できるかどうかを判定する意図もあります。

問 2: 無機物質のうち銅やその合金を取り上げ、身近な物質に対する関心の高さや知識の有無を判定します。また、電極表面での酸化還元反応における物質の質量と電気量の関係についての理解度と応用力を判定します。

第6問(化学)

第6問は全体として、有機化学の基礎的事項に関する理解度を問う出題です。

- 問1: 基本的な有機化合物の構造式を見て、化合物の名称を解答する出題です。有機化学の最も基礎的な知識である命名法を十分に理解しているかを問う出題です。
- 問2: 有機化合物には分子式が等しいが化学構造や性質が異なる化合物があり、異性体と呼ばれます。異性体の中でも、不斉炭素原子を持つ化合物の異性体は、光に対する性質が異なる特徴があり、光学異性体または鏡像異性体と呼ばれます。本問は、それらの異性体に関する基本的な理解度を問うための出題です。
- 問3: 有機化合物にはその化学構造によって、特有の化学反応を起こすものがあります。ここではその代表例として、カルボン酸とアルコールからエステル化合物を生成する反応と、アルコールから硫酸によって水分子が脱離する脱水反応を取り上げ、これらの化学反応の機構に関する理解度を問おうとしています。
- 問4: 有機化学反応の代表例の1つである炭化水素の燃焼反応を例に取り上げ、反応によって生成する二酸化炭素と水の量から、元の炭化水素の分子式を求めており、有機化学反応の定量的な理解度を問う出題です。

第7問(生物)

呼吸によって取り入れられた空気中の酸素は血液を介して体中の組織に運ばれます。

- 問1・2: 血液に関する基本的な知識を確認する問題です。
- 問3: 血液、ヘモグロビン、循環系のそれぞれの知識を体系的に理解しているかを問う問題です。
- 問4・5: グラフの読み取り能力を測る問題です。情報を正しく読み取るだけでなく、それを元に考えたことを適切な数式や文章で表現できることが得点の鍵になります。

第8問(生物)

生態系における物質循環とエネルギーの流れを問う問題です。

- 問1: 基本的な知識を確認するための問題です。
- 問2: エネルギー効率を計算により求められるかを確認するための問題です。
- 問3: 人間の環境負荷が生態系に及ぼす影響についての理解を問う問題です。

第9問(生物)

遺伝子操作の議題を中心に、ホルモンやDNAの構造を問う問題です。

- 問1: 遺伝子組み換えの基本的な知識を問う問題です。
- 問2: DNAの方向性と相補的な塩基対の理解を確認する問題です。
- 問3: 抗生物質やその耐性遺伝子の役割の理解と、与えられた情報から解法にたどり着く力を見る問題です。
- 問4: 代表的なホルモンであるインスリンの働きを問う問題です。