

## 19年度センター試験 物理

090224

		分野	問題概要	難易度
第1問		問1 電磁誘導	1次コイルによる2次コイルへの起電圧	C
		問2 電磁気応用	電磁気現象を用いた廃材の選別	B
		問3 電気エネルギーと熱	火力発電による電気エネルギーと熱の発生	C
		問4 力学	力のモーメントによるつりあい	B
		問5 波動(音波)	ギターの弦の振動(定常波)の周波数	B
		問6 力学	ばねを含む物体の運動の加速度	A
第2問	A	問1 電気回路	直流電源と可変抵抗の回路における電流変化	C
		問2 電気回路	直流電源と抵抗の直列、並列接続による電流の大小	B
	B	問3 電磁誘導	振動磁石の磁界変動によるコイルの電圧発生波形	A
		問4 電磁誘導	上記で消費電力による磁石の振動への影響	A
第3問	A	問1 波動(光学)	二つのスリットからの光波の干渉縞の分布	B
		問2 波動(光学)	同上でスクリーンの原点で干渉縞が暗くなる条件	C
	B	問3 波動(水面波)	浅い部分と深い部分での水面波の波長	C
		問4 同上	同上で浅い部分から深い部分への水面波の屈折角	B
		問5 波動一般	波動(光波、音波、水面波)の屈折と関係ない現象	C
第4問	A	問1 力学(斜面と摩擦)	物体が傾いた摩擦のある斜面を動き始める角度	C
		問2 同上	同上で斜面を滑って特定の点に達したときの速度	B
		問3 同上	摩擦係数が変化して滑りが停止した速度のグラフ	B
	B	問4 力学(水圧)	水深による水圧の算出	B
		問5 同上(浮力)	浮力と重力のつりあいから水の体積の算出	C
		問6 同上(運動方程式)	浮上における水の抵抗力を考慮した運動方程式	A
	C	問7 熱	湯を別の湯飲みに移しかえる湯の冷まし方の比較	A
		問8 熱	空気中への放出熱の総量の時間変化	C

合計 23 問 A : 5 問 B : 9 問 C : 9 問

## 第1問 小問集合

## 問1 電磁気学(電磁誘導) 9問択一、難易度C

変動磁界によるコイルへの電磁誘導電圧問題。変圧器の原理を思い出し、誘導電圧はコイルの巻数の比になることから導く。ほぼ即答できる問題。

## 問2 電磁気応用(電磁気の応用を通して物理的な考え方を問う問題)6問択一、難易度B

電磁気現象を利用して廃棄物の選別をする装置に関わる問題で、実際の応用を考えさせるという点で良い問題である。電磁石にひきつけられる物質は、三者の中では鉄、ということは、その理屈はともかくとして、多くの人が知っている。

次に、電磁誘導によって電流が流れるのは、アルミかプラスチックか、という問題になる。渦電

流を思い起こせば、直ちにアルミという答えになるのだが、思い出さないと、どうなるか。電流が流れるのは金属、プラスチックは絶縁体と思えば(思い出すまでもないことだが)即答できる。

問3 電気エネルギー(エネルギー変換や保存則などの物理知識と単位変換)難易度 C

電気エネルギーと熱の変換と保存則、単位の理解を前提とする即答問題。

問4 力学(力のモーメントの釣り合いと糸の張力を考える問題)難易度 B

力のモーメントの釣り合いを素直に数式化して解けば良い。

すなわち、張力による力のモーメントは  $T \times 2 \sin 30^\circ$ 、重力による力のモーメントは  $mg \times \cos 30^\circ$ 。ここで張力  $T = Mg$  である。

問5 音波(弦の振動)難易度 B

音波の速度 = 波長  $\times$  振動数の関係を知っていれば容易に解ける。このとき音速は一定である。音速は空気の密度に依存するので、この場合、音速は一定である。したがって波長に反比例して振動数が増加する。

問6 力学(ばねを含む物体の運動)難易度 A

ばねを含む物体の運動方程式を考える。全体を手で引っ張るので、その力をどう組み込むかと考えて戸惑う可能性がある。しかし物体に働く力は重力とばねによる張力しかない。これを考慮して加速度を求める。 $F = M \cdot a = k \cdot x - Mg$  である。上記において物理的な理解力を問うことになる。

第2問

A 電気回路(可変抵抗、直流電源、電流計の直列回路)

問1 難易度 C

電圧一定だから電流は抵抗に反比例するというオームの法則と反比例のグラフから即答できなければならない問題。

問2 難易度 B

直流電源の直列並列接続、抵抗の直列並列接続による電流電圧抵抗の関係を知っていれば、式を立てなくとも、戸惑うことなく答えることができる。図1に対し、図2(a)は電圧が2倍、抵抗が1/2になるので電流は4倍。(b)は電流が  $I_0$  の回路が並列だから電流は2倍。したがって  $I_0 < I_b < I_a$  となる。電気回路の基本理解を問う良問といえる。

B 電磁気(変動磁界による誘導電圧)

問3 難易度 A

電磁誘導の基礎知識と物理思考力を要するなかなかの良問かつ難問である。振り子の振れが最大となったときに観測を始めたところ、最初に電圧  $V$  が正の方向に増え始めるというところに実はミソがある。振れが小さくなるにつれコイルをよぎる磁石の磁束が増えていく。すなわち磁束の時間変化が増大するので誘導起電圧が増大する。しかし振り子の磁石のある振幅のところから磁束の時間変化が減少していくので起電圧も減少を始め、磁石が真下を通過すると、磁束の時間変化が0になるので起電圧も0になる。さらに逆方向に触れていくと、コイルをよぎる磁束が減少していくの

で、さらに起電圧も減少を続け、あるところで磁束変化が最大となった後、磁束変化が0になっていく起電圧が0になる。すなわち、振り子が一度振れると、起電圧は 増加 減少 (0 をよぎる) 増加する。すると は増加減少のみだから該当しない。

振り子が逆の最大から戻る際には、最初と同様な磁束の増加減少 (磁界の方向も含めて) になるので、同じ起電圧の波形となる。

この問題でミソは振り子の振れが最大するとき、電圧  $V$  が正の方向に増え始めたというところにあるのは、左右どちらが最大の場合とも断っていないのだから、同じ波形であることを暗に意味している。これは しかない。

このような思考過程を短時間で辿る必要があるから、なかなかの問題ということになる。

#### 問4 難易度 A

電磁誘導の基礎知識とエネルギー保存則に基づく物理思考力を問う良問かつ難問。しかし、そこがしっかりしていれば、計算等が必要ないので時間をかけずに正解に行き着くはずである。

まずスイッチを閉じると振り子が減衰するのはなぜかを頭脳中に巡らせる。つまりニクロム線に誘導電流が流れ、熱として消費される。このエネルギーは振り子磁石の運動エネルギーが発生源だから、熱消費した分だけ運動エネルギーが減少する。すなわち振り子の振幅が減衰するのである。その減衰はエネルギー消費が大きいほど大きい。エネルギー消費はニクロム線の抵抗と電流の2乗に比例する。ニクロム線の長さが同じ場合、抵抗が同じだから、速やかに減衰するという事は電流が増大しているわけだから、コイルの巻き数が多いということになる。

ニクロム線の長さが長いほど熱発生が大きいから速やかに減衰することになる。このような個々の思考は決して難しいものではないが、流れとして理解していくことが重要である。

### 第3問 波動

#### A 光学：二つのスリットからの光波による干渉の問題

#### 問1 難易度 B

これは教科書に出てくる典型的な光波干渉実験である。スクリーン上の  $x$  方向 (垂直方向) にどのように干渉縞が並ぶかという問題。まずはなぜ干渉縞が発生するかを頭を巡らせる。二つのスリットからの光波のたどる経路差が波長の整数倍のとき二つの光波が強めあうという干渉の基礎知識から考える。すると0では明るいので は捨てる。中心の近くでは干渉縞は等間隔である、という記憶があれば、 を即答できる。

その知識があいまいであれば、経路差の式を立てることになる。しかしまともに立てると数分を要する。ここでは1分ほどで、簡便に二つのスリットからスクリーンの  $x$  までの距離の差 (光波の経路差)  $s_1 - s_2$  を求めて、経路の差が  $x$  に比例することを明らかにする。すると、 を棄却できる。

#### 問2 難易度 C

二つのスリットを通る光波の原点までの経路の差が半波長 ( $\lambda/2$ ) の整数倍のときに弱めあって、暗くなる。という干渉縞の基礎知識を覚えている必要がある。そうであれば、即答できる。

B 水面波の屈折の問題、波の屈折を海の波のような具体的なもので考えさせる問題。

問3 難易度 C

まずは、水面波は浅いところから深いところへ進むときに屈折するということが戸惑わないように。教科書に出ていたことを思い出す。第1問の問5と同様に(波長)×(振動数)=速度の関係から、振動数一定で速度の速い深い部分での波長が長くなる。

問4 難易度 B

波動の基礎知識である屈折の法則の公式を覚えていることが必要で、その後は簡単な計算と数表から求めることができる。もし公式を覚えていなければ、速度変化から波面を求め、波の方向を求める。やや即答が困難となる。

問5 難易度 C

波動現象に対する物理解から即答して欲しい。は浅くなるほど速度が遅くなるので、深さ一定の線に近づき、結果として海岸線に近づく。これは屈折現象による。は光がガラス面での屈折によって集まる。は水面での光の屈折によって底からの光が浅く見える。は地面が冷え、上空が暖かいので、上空を通る音波の速度が速くなって回り込んでくるため、遠くの音が良く聞こえる。

は風上方向は空気の流れに抗して音の粗密を伝えるため音波の減衰が大きい。風下方向は音波の粗密の伝播が加速されるため、減衰が少ない。したがっては波の屈折とは関係ない。

第4問 力学

A 力学

問1 難易度 C

摩擦のある斜面を滑り出すときの斜面の角度を求める問題。これは摩擦に関する基本的な問題で記憶していれば即答できる。斜面方向の重力成分が斜面に垂直な重力成分による摩擦力を上回ると滑り出す。

問2 難易度 B

運動方程式を立てて考えることもできるが、エネルギー保存則によって求める方が容易である。すなわち、(B点での運動エネルギー) = (滑り落ちて失った位置エネルギー) - (摩擦によって失ったエネルギー)となる。すると  $mv^2/2 = mg \sin - \mu' mg \cos$  より を知る。

問3 難易度 B

t0以下での運動と以上での運動を考える。t0以下では等加速度運動だから(斜面方向の重力成分と斜面に垂直な重力成分による摩擦力の差が加速度をもたらす)直線状に速度が増大する。したがって、か が選択対象。ところがはt0で速度が瞬時に低下する。これは非常に大きな減速力が働かなければならない。このような減速力は存在しない。B点から、より大きな動摩擦係数の摩擦力が働くので、速度は直線状に低下する。したがって正解は を知る。

B 潜水艇への応用を考えさせる浮力の問題

問4 難易度 B

液体の圧力は深さに比例する。圧力は液体の荷重によってもたらされると考えればよい。水深 100m と 200m での水圧の差は  $100\text{m} \times 1\text{ m}^2$  の水がもたらす重力となる。これに  $g$  をかけたものが水圧となる。

#### 問5 難易度 C

浮力は潜水艇の体積の相当する水の質量による重力。これが潜水艇の質量とタンク内の水の質量による重力と等しいわけである。

#### 問6 難易度 A

速度に比例する抵抗力を受ける運動方程式を考えるやや難しい問題であるが、素直に運動方程式を書いてみると良い。

つまり  $M \dot{v} = Vg - Mg - bv$  ということになる。ここで速さが一定となったということだから、加速度すなわち  $\dot{v} = 0$  とすれば良い。運動方程式をまともに解こうとすると、微分方程式の解法が必要だが、速度一定ということで、解を求める必要がないのありがたい。

### C 熱学

#### 問7 難易度 A

お茶を出すときに熱すぎないように湯を冷ます方法を思い出す。これが物理の問題に出て、親しみを感じるとともに虚をつかれた感じになる。簡単そうだが、盲点があって理屈が出てこないかも知れない。

まず、湯飲みが受け取る熱量は全量の湯の湯飲みの方が半分の湯の湯飲みよりも当然大きいはずである。このことはつぎのような思考実験を考えて見ると良い。つまり湯を半分入れると湯飲みと湯は同じ温度になる。湯の温度は下がり湯飲みの温度は上がる。間髪を入れずにさらに半分の量の湯を追加すれば湯の温度は上がり、結果として湯飲みの温度は上がる。湯飲みの温度が上がるということは、全量の湯の湯飲みの方が大きな熱量を受け取ったということになる。

すなわち  $Q_a > Q_b$  である。しかし、この解答はこのような思考実験をしなくても常識的に判断できる。つまり沢山お湯を入れた方が湯飲みの温度が高くなるということである。その逆のはずがない(この常識を物理的に説明すると上のような思考過程をとる) だから下手に考え出すと時間をとってしまうが、そうでなければ即答できる。

続いて、一つ目の湯飲みの全量の湯を二つ目の湯飲みに移す。温度が  $T_a$  になる。

一方、半分の湯を入れた一つ目の湯飲みの湯を半分の湯を入れた二つ目の湯飲みに移す。温度が  $T_b$  になる。さて  $T_a$  と  $T_b$  の関係はどうか。

お湯を冷ますために湯飲みから湯飲みにお湯を移しかえるという過程である。とするならば、多くの湯を移し変えた方がお湯を冷ます効果が大きいという判断が常識的である。ということは  $T_a < T_b$  という結論を得る。

しかし、この問題の過程を考慮すると、一つ目の湯飲みで受け取った熱量がお湯が失った熱量ということになるから、 $Q_a > Q_b$  ということは、方法 A の方が失う熱量が大きい。すなわちお湯の温度が低い。すなわち  $T_a < T_b$  という結論を得る。

素直に考えれば、 $Q_a > Q_b$  を即答でき、それから直ちに  $T_a < T_b$  を得るから、全体として即答できる問題である。しかし、戸惑う受験者が多いのではないか。その理由を考えると、方

法Bで半分のお湯を二番目の湯飲みに入れたので両方の湯飲みでお湯を冷ますので方法Bの方がお湯の温度が低いのではないかという錯覚が起きることである。しかし、この問題では熱は湯飲み以外には逃げないこと、二番目の湯飲みの温度は失った熱にはならないことを考慮すれば錯覚を回避できる。

#### 問8 難易度 C

図5の温度低下のグラフから、放出熱の総量  $Q$  のグラフを推定する問題である。まず、放出熱の総量であるから、その変化は増加グラフであることを知る。したがって増加グラフではない、  
は棄却される。さらに図5で温度の低下はだんだん緩やかになり室温に近づくので、時間当たりの放出熱は次第に減少し0になる。したがって、放出熱の総量の増加は次第に緩やかになり一定値に近づくので、  
が正解であることを知る。このような思考過程で、ほぼ即答が期待される。