

		分野	問題概要	難易度
第 1 問		問 1 力学	あらい面上で物体を滑らせたときの停止距離と初速	B
		問 2 電気とエネルギー	手回し発電機に必要な力とエネルギー消費	C
		問 3 力学	糸に吊り下げられたおもりの運動方程式	A
		問 4 光の屈折	浮かぶ円板を池の中から見上げたときの光景	A
		問 5 音波	一端が閉じた管に共鳴する音波の振動数と波長	C
		問 6 エネルギー、電気	水力発電所のエネルギー変換効率の算出	C
第 2 問	A	問 1 電気(静電気)	箔検電器の動作(金属板に正の帯電体を接近)	C
		問 2 同上	同上(電荷を与えて負の帯電体を接近)	B
		問 3 同上	同上(同上でさらに帯電体を接近、加えて触手)	A
	B	問 4 電気回路	電気回路に流れる電流の電子の個数	B
		問 5 電気回路	充電された電池が流すことができる時間	C
第 3 問	A	問 1 波動(音波)	二つのスピーカーの音の到着時間差から距離算出	C
		問 2 波動(音波)	同上で定常波ができたときの音波の振動数算出	B
		問 3 波動(音波)	同上で間にいる移動する観測者が観測する音波	C
	B	問 4 波動(光波)	回折格子の一次回折光の方向の算出	B
		問 5 波動(光波)	回折格子による太陽光の分光スペクトルの色の並び	C
第 4 問	A	問 1 力学(ばねと重力)	おもりがつり下がった並列のばねの伸びの算出	B
		問 2 同上	同上でそれぞれのばねの弾性エネルギーの比	C
		問 3 同上	同上でつり下げたおもりの位置の算出	B
	B	問 4 力学(浮力と重力)	浮力と重力のつりあいによる浮きの高さの算出	B
		問 5 同上(運動方程式)	浮きとおもりをつなぐ糸が切れたときの加速度	A
	C	問 6 気体の状態と熱	気体の状態グラフから各点の温度の高低関係	B
		問 7 同上	気体の状態変化がピストンにした仕事	B

合計 23 問 難易度 A : 4 問 B : 10 問 C : 9 問

#### <全体を通じてのコメント>

基礎学力と知識を問う問題、応用的な能力を問う問題と大別される。物理的な考え方を確実に身に着けているかが重要で、難問はほとんどない。ただし、問題数が 23 問と多く、平均 2 分で解答することが必要である。すると、物理的な考察力よりも、物理問題を数多くこなすことにより得られる直感と反射神経が問われる。

これが悪いとは一概にいえないだろうが、物理学に対する理解力を試験しているといえるか心配である。

なお難易度は物理的思考力を要する程度によって大雑把な区分をした。以下に各問題について、解答に至る考え方を示す。

## 第1問

### 問1 力学（力学の基礎的理解を問う問題） 難易度 B

動摩擦係数を含む運動方程式をたて、これを解くことにより、停止距離と初速度の関係を求めるのでは、時間がかかり過ぎる。

エネルギー保存則を使う、と閃かなくてはならない。すなわち初速度による初期運動エネルギーが摩擦によって失われ、停止すると考える。

摩擦によって失われるエネルギー = 摩擦力 × 停止するまでの移動距離

初期エネルギー = 質量 × 初速度の2乗 / 2

したがって、初速度が2倍になると、初期エネルギーは4倍になるから、停止距離は4倍になる。また動摩擦係数が1/2倍になるとは、摩擦力が1/2になるので、停止するまでの距離は2倍になる。

### 問2 電気、エネルギー（物理学の基本的な考え方を問う問題） 難易度 C

エネルギー消費の少ない方がハンドルの手ごたえが軽い。手ごたえが軽いということは、手が行う仕事が小さい、すなわちエネルギー消費が少ないということである。

エネルギー消費は（電流 × 電圧）× 時間。この問題では起電力が一定だから、電流が大きいほどエネルギー消費が大きい。ただし起電力が一定であるためには、回す速度が、どの実験の場合でも一定であることが必要である。

### 問3 力学（物に働く力を理解しているかを問う問題） 難易度 A

このような実験は、どのようにすると可能かと考え出すと、時間がどんどん過ぎてしまう。糸の先端を強く横に引くことによって、このような状況が実現されるものと考えよう。すると、加速度運動するおもりの力のつりあいの問題になる。おもりには糸の張力と重力が働いているので、水平方向と垂直方向の運動方程式から加速度を求める。

### 問4 光学（光の屈折とその効果という光学の基本理解を問う問題） 難易度 A

水面の外上部が全く見えないとはどのような物理的な現象なのかをまず理解する必要がある。つまり水面上の外部からの光が目には到達しないということの意味する。そこから、円板の縁と目を結ぶ線が光線の臨界角となるということを導く。すなわち水平な光線が目によろやく到達でき、それ以上高いところからの光線は目には到達できないということ。

ただ、このように物理的に考えると時間がかかるので、直感的に臨界角と閃いて解答する生徒が出てやむをえない。

### 問5 音波、波動（音波、定常波、共鳴などの波動の基礎概念の理解を問う問題） 難易度 C

管の開口端が音波の腹、閉口端が節になっていることを理解していることが必要。すると波長 / 4 の奇数倍が定常波である。したがって波長は1/3、周波数は3倍となる。

### 問6 力学、電気、エネルギー（エネルギー変換、保存則の基本問題） 難易度 C

位置エネルギーから電気エネルギーへの変換、エネルギー保存則、水力発電の原理、異なるエネルギーの関係など、エネルギー物理の基本を理解していることが必要。

## 第2問 電気、静電気

A 箔検電器を用いた静電気実験の基本問題。

### 問1 難易度 C

正負電気の基本的性質の問題で即答できること。

### 問2 難易度 B

静電気や正負電気の性質に関する理解が必要であり、やや物理的思考力を必要とする。

すなわち、負に帯電した塩ビの棒を金属板に接近させると、金属板には正電荷が誘導される。つまり、箔からは正電荷が移動する。その結果、開いていた箔が閉じるのだから、初めに箔に与えられた電荷 $Q$ は正である。仮に負であれば、さらに負電荷が大きくなるので、箔はさらに開くはずである。その後、箔が閉じた状態での金属板の電荷 $Q'$ は、箔にあった正電荷がすべて金属板に移動したので、正である。

### 問3 難易度 A

同じく静電気や正負電気の性質に関する理解が必要であり、しかも指で触れることの物理的意味の理解力を必要とする。

棒をさらに接近させた結果、金属板にはさらに正電荷が誘導される。すなわち箔から金属板へ正電荷が移動する。したがって、電荷は負である。

さらに指で触れると、たまっていた正電荷が指を伝わって逃げる。すなわち負電荷が箔から金属板に流入する。その結果、箔の開きは小さくなる。

B 電池と電流に関し、特段に物理的思考力を必要としない初歩的問題。

### 問4 電流と電気量の関係と電子の電気量、単位など電気の基礎知識を問う。

10秒間の電流の電気量(アンペア秒=クーロン)を電子の電気量(クーロン)で割れば、相当する電子数が求まる。

### 問5 電気量の概念すなわち(電流×時間)の理解があれば問題ない。

## 第3問 波動(音波、光波)

A 音波と波動に関する基礎的な問題で、特段難しいところはないが、定常波の理解が必要。

### 問1

音速、距離、時間の関係を問う単純な問題。

### 問2

定常波に対する基礎知識と理解が必要。この場合、スピーカーが定常波の腹になっていて、1mごとに腹がくることから、波長を求め、音速から振動数を求める。

### 問3

移動物体が観測する音波の振動数はどうなるかを問うもので、音波観測の基礎知識。ドップラー効果を考える上での基礎だから、即答してほしい。

B 光波の回折に関する基礎的問題

### 問4 難易度 B

回折格子の経路差の概念は光学でも基本的なもの。ただし、有限距離での干渉の場合の経路差と平行光(無限距離)での回折での経路差の概念をどのように理解するかが問題で、高校物理では天

下りの知識として覚えるしかないか。有限の極限として経路差を理解すれば良いのだが。

問5 難易度 C

回折格子による太陽光の分光で、波長の短い光ほど回折角が小さいことを理解する。波長がどんどん短くなれば直進するという物理理解力があれば、正答は容易なはずだ。

第4問

A 力学

問1 難易度 B

ばねの力と力のつり合いに関する基本的な理解を問う。

問2 難易度 C

ばねの弾性エネルギーの基本的な知識を問う。

問3 難易度 B

力と力のモーメントのつりあいに関する基本的な問題でまぎれがない。

B 力学 浮力、張力、

問4 難易度 B

重力、張力、浮力の間のつりあいを考えればよい。

問5 難易度 A

張力が働いた状態で浮きが静止している。糸が突然切れたということは、張力が突然無くなったのだから、張力に相当する力が上向きに急に働いたものとみなすことができる。ここに物理的な考え方が問われている。

C 気体の状態と温度

問6 難易度 B

理想気体の圧力、体積の状態グラフから、圧力、体積、温度の遷移関係を考察する問題。

AからBは断熱変化で体積を急激に膨張させて圧力を低下させ、温度は低下する。  $T_b < T_a$

BからCは等圧で体積が増大するので、温度は上昇する。  $T_b < T_c$

CからDは同体積で圧力が増大するから温度は上昇する。  $T_c < T_d$

DからAは等温変化だから温度変化なし  $T_d = T_a$

問7 難易度 B 気体のする仕事

気体がピストンにした仕事の意味を取り違えることなく素直に答えればよい問題。

BからCは等圧で体積が増大するので、気体がピストンに仕事をしている。  $W_{b \rightarrow c}$  は正

CからDは体積一定で圧力上昇だから気体はピストンに仕事をしていない。  $W_{c \rightarrow d}$  は0

DからAは体積が減って圧力が上昇しているから、気体はピストンによって仕事を加えられた。

したがって  $W_{d \rightarrow a}$  は負