

2022年度

理 科

医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

- 46 物理(1～6ページ)
 47 化学(7～19ページ) 問 題 冊 子
 48 生物(20～35ページ)

注 意 事 項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合

	A		B		C	
問 X	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → (17)に2
 Bの解答が東京の場合 → (19)に4
 Cの解答が大阪の場合 → (21)に1

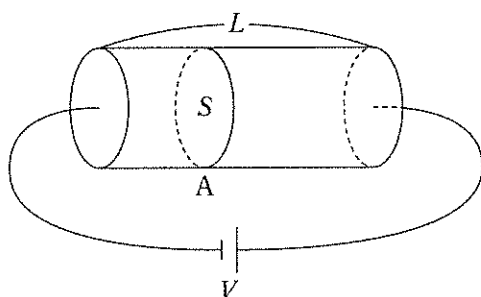
例 2. 〔語群〕が一桁で(1)大学(2)中学校(3)高校(4)小学校 とある場合

	a	b	c
問 X	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → (51)に1
 bの解答が小学校の場合 → (52)に4
 cの解答が中学校の場合 → (53)に2

46 物 理

〔Ⅰ〕 図のように、断面積 S 、長さ L の一様な導体の両端に電圧 V が加えられている。自由電子の電気量を $-e$ ($e > 0$) として、以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

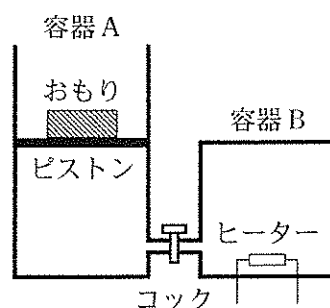


導体内部には一様な電場が生じており、その強さは (1) である。導体内部の自由電子は電場の向きと (2) 向きに大きさ (3) の静電気力を受けている。自由電子は熱運動をしている導体中の陽イオンと衝突し、静電気力と逆向きの抵抗力を受けながら一定の速さで運動する。このとき自由電子の平均の速さを v として、抵抗力の大きさを kv (k は正の比例係数) と表すことができる。と考えると、 $v =$ (4) となる。ここで時間 t の間に、ある断面 A (断面積 S) を通過する自由電子の数は、導体中の自由電子の数密度を n とすると、 v を用いて (5) と表すことができる。電流は単位時間に断面 A を通過する電気量であるから、導体を流れる電流 I は、 $I =$ (6) $=$ (7) $\times V$ となる。このことから、導体の抵抗率は (8) となる。一般に導体の温度が上昇するにしたがい陽イオンの熱運動は激しくなるので、導体の電気抵抗は導体の (9)。ここで速さ v で運動する 1 個の自由電子に対して時間 t の間に電場がする仕事は、(3) と移動距離の積であり、(10) となるので、導体中のすべての自由電子に対して電場がする仕事の総和は (11) である。この仕事は導体内部の抵抗による発熱量となる。また単位時間あたりのこの仕事は電力であり、(12) となる。

解答群

- (1)〔1〕 LV (2) $\frac{L}{V}$ (3) $\frac{1}{LV}$ (4) $\frac{V}{L}$
- (2)〔1〕 同 じ (2) 逆 (3) 直交する
- (3)〔1〕 eLV (2) $\frac{eL}{V}$ (3) $\frac{e}{LV}$ (4) $\frac{eV}{L}$
- (4)〔1〕 $ekLV$ (2) $\frac{eL}{kV}$ (3) $\frac{eV}{kL}$ (4) $\frac{ekV}{L}$
- (5)〔1〕 $vtSn$ (2) $\frac{vtn}{S}$ (3) $\frac{nS}{vt}$ (4) $\frac{vtS}{n}$
- (6)〔1〕 $envS$ (2) $\frac{env}{S}$ (3) $\frac{enS}{v}$ (4) $\frac{evS}{n}$
- (7)〔1〕 $\frac{en}{kLS}$ (2) $\frac{e^3n}{kLS}$ (3) $\frac{e^2nS}{kL}$ (4) $\frac{nS}{ekL}$
- (8)〔1〕 $\frac{nk}{e}$ (2) $\frac{nk}{e^2}$ (3) $\frac{k}{e^2n}$ (4) $\frac{n}{e^2k}$
- (9)〔1〕 温度が上昇するにしたがい小さくなる
 〔2〕 温度が上昇するにしたがい大きくなる
 〔3〕 温度によらず一定である
- (10)〔1〕 $evVLt$ (2) $\frac{evVt}{L}$ (3) $\frac{evLt}{V}$ (4) $\frac{evt}{LV}$
- (11)〔1〕 IVt (2) IV^2t (3) $\frac{IV^2t}{2}$ (4) $\frac{It}{V}$
- (12)〔1〕 IV (2) IV^2 (3) $\frac{IV^2}{2}$ (4) $\frac{I}{V}$

〔Ⅱ〕 図のように、鉛直に置かれた断面積 S のシリンダーと質量の無視できるピストンからなる容器 A、およびヒーターを備えた容積 V_0 の容器 B があり、A と B は開閉できるコックのついた細い管でつながれている。はじめ、コックを閉じて、A に n [mol] の単原子分子理想気体を閉じ込め、A のピストンの上におもりをのせ、B 内を真空にした。



容器、細い管、コックはすべて断熱材でできており、細い管とヒーターの体積は無視できるものとする。また、ピストンは水平を保ったまま上下になめらかに動くことができ、ヒーターで発生した熱はすべて気体に吸収される。気体定数を R 、大気圧を p_0 、重力加速度の大きさを g として、文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群から 1 つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。

はじめ、A 内の気体の圧力は $2p_0$ 、温度は T_0 となってピストンは静止した。ピストン上にのせてあるおもりの質量は (1) であり、ピストンはシリンダーの底面から高さ (2) のところにあることがわかる。また、このとき気体の内部エネルギーは (3) である。以下では、この状態での気体の体積が容器 B の体積 V_0 と等しい場合について考える。

ピストンを固定して、コックをゆっくり開いて A 内の気体を B 内へ膨張させた。しばらくすると、2 つの容器内の温度と圧力は一様になった。ここで、気体が膨張する前後で気体の内部エネルギーの合計は一定に保たれるとする。この過程が断熱変化であることから、気体が膨張する間に気体のする仕事は (4) であり、気体の温度は (5)、圧力は (6) になったことがわかる。

この状態でコックを閉じ、ヒーターから熱量 Q を気体に与えると、B 内の気体の内部エネルギーは (7) となり、B 内の気体の温度は (8) だけ上昇する。

ふたたびコックを開けてしばらくすると、容器内の温度と圧力は一様になった。このときの気体の温度は (9) であり、圧力は (10) である。この状態から、固定していたピストンを自由に動けるようにしてもピストンの高さが増えないようにするためには、気体に与える熱量 Q を (11) とすればよい。

解答群

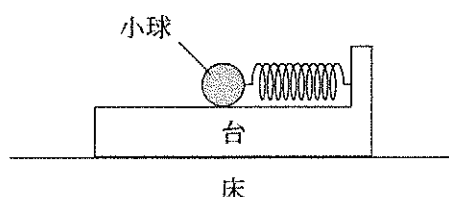
- (1) (1) $\frac{p_0 S}{2g}$ (2) $\frac{p_0 S}{g}$ (3) $\frac{2p_0 S}{g}$ (4) $\frac{g}{p_0 S}$
- (2) (1) $\frac{nRT_0}{2p_0 S}$ (2) $\frac{2nRT_0}{3p_0 S}$ (3) $\frac{nRT_0}{p_0 S}$ (4) $\frac{2p_0 S}{nRT_0}$
- (3) (1) $\frac{1}{2}nRT_0$ (2) nRT_0 (3) $\frac{3}{2}nRT_0$ (4) $\frac{5}{2}nRT_0$
- (4) (1) $-p_0 V_0$ (2) $p_0 V_0$ (3) $2p_0 V_0$ (4) 0
- (5) (1) $\frac{1}{4}T_0$ (2) $\frac{1}{3}T_0$ (3) $\frac{1}{2}T_0$ (4) T_0
- (6) (1) $\frac{1}{3}p_0$ (2) $\frac{1}{2}p_0$ (3) p_0 (4) $2p_0$
- (7) (1) $\frac{3}{4}nRT_0 - Q$ (2) $\frac{3}{4}nRT_0 + Q$
 (3) $nRT_0 - Q$ (4) $\frac{3}{2}nRT_0 + Q$
- (8) (1) $\frac{2Q}{3nR}$ (2) $\frac{4Q}{3nR}$ (3) $\frac{3Q}{2nR}$ (4) $\frac{2Q}{nR}$
- (9) (1) $T_0 + \frac{2Q}{3nR}$ (2) $T_0 - \frac{2Q}{3nR}$
 (3) $T_0 + \frac{4Q}{3nR}$ (4) $T_0 - \frac{4Q}{3nR}$
- (10) (1) $p_0 - \frac{2p_0 Q}{3nRT_0}$ (2) $p_0 + \frac{2p_0 Q}{3nRT_0}$
 (3) $p_0 - \frac{p_0 Q}{nRT_0}$ (4) $p_0 + \frac{p_0 Q}{nRT_0}$
- (11) (1) $\frac{nRT_0}{2}$ (2) $\frac{3nRT_0}{4}$ (3) nRT_0 (4) $\frac{3nRT_0}{2}$

〔Ⅲ〕 図のように、質量 m の小球を質量

$2m$ のなめらかで水平な台の上にばね

定数 k の軽いばねで取りつけ、台をなめ

らかで水平な床の上に置いた。小球と台



はそれぞれ同一の直線に沿ってのみ運動することができるものとし、水平方向右向きを正として、以下の問いに答えよ。

(i) 台を床に固定し、ばねが自然の長さで静止しているとき、小球に右向きの初速 v_0 を与えたところ、小球は単振動をした。

(1) 単振動の振幅はいくらか。

(2) 単振動の周期はいくらか。

(ii) 台を床の上で自由に動けるようにし、ばねを自然の長さで静止させ、台を静止させた状態で小球に右向きの初速 v_0 を与えたところ、小球と台は運動を始めた。このとき、台からみた小球の運動は単振動であった。ばねが自然の長さから x だけ縮んだときの床からみた台の加速度を A 、台からみた小球の加速度を a とする。

(3) 床からみた台の水平方向の運動方程式を、 m 、 k 、 x 、 A を用いて書け。

(4) 台からみた小球の水平方向の運動方程式を、 m 、 k 、 x 、 A 、 a を用いて書け。

(5) 台からみた小球の単振動の周期はいくらか。 m と k を用いて表せ。

(6) ばねが最も縮んだときの床からみた小球の速度はいくらか。 v_0 を用いて表せ。

(7) 台からみた小球の単振動の振幅はいくらか。 m 、 k 、 v_0 を用いて表せ。

(8) 時刻 t における台からみた小球の速度はいくらか。 m 、 k 、 v_0 、 t を用いて表せ。ただし、小球が運動を始めた時刻を 0 とする。

(9) 時刻 t における x の値はいくらか。 m 、 k 、 v_0 、 t を用いて表せ。ただし、小球が運動を始めた時刻を 0 とする。