

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 3	7 ~ 12
生物	1 ~ 3	13 ~ 23
地学	1 ~ 4	24 ~ 30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所に受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

物 理

1 図1に示すように、水平な氷面上で質量が m [kg] のストーン(円盤型の石)の先端が A 点で静止している。この状態からストーンの先端が B 点に達するまで、一定の力 F [N] でストーンを押し、B 点で放した。ストーンは B 点に達したときのストーンの前速は v_0 [m/s] であり、先端が C 点に達したところで停止した。A 点と B 点の間隔を a [m]、B 点と C 点の間隔を b [m]、ストーンと氷面との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。ただし、ストーンは回転することなく、直線運動を行うものとする。

(問 1) ストーンの前速が A 点と B 点の間に位置するときのストーンの前速の大きさ α [m/s²] を F 、 μ' 、 m 、 g を用いて表せ。

(問 2) v_0 を F 、 μ' 、 a 、 m 、 g を用いて表せ。

(問 3) μ' を F 、 a 、 b 、 m 、 g を用いて表せ。

(問 4) B 点と C 点の midpoint D にストーンの前速が達したときのストーンの前速 v_1 [m/s] を F 、 a 、 b 、 m を用いて表せ。

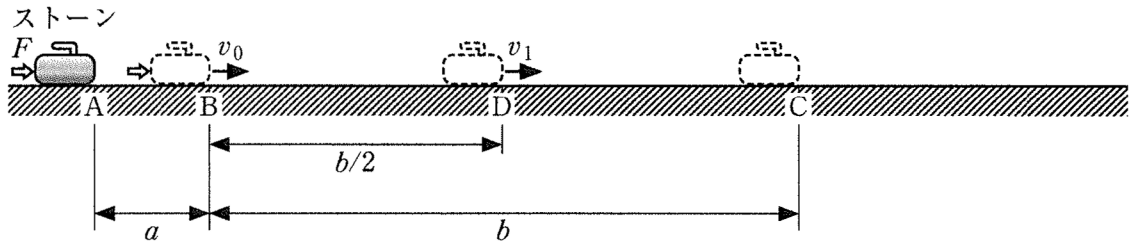


図 1

次に、もう一度同じ条件でストーンを押し出し、図2のようにD点から先の氷面をブラシで掃いて、ストーンと氷面との間の動摩擦係数を μ' から $\beta\mu'$ に変化させた。すると、ストーンは、C点よりさらに c [m]だけ進んで先端がE点に達したところで停止した。このとき以下の問いに答えよ。

(問5) β を b と c を用いて表せ。

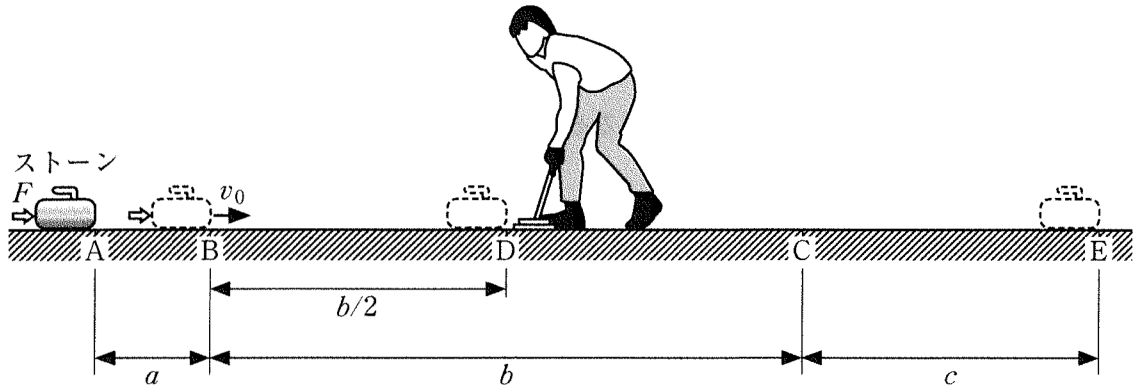


図2

2 図において、 R_1 、 R_2 、 R_3 はそれぞれ抵抗値が 3.0Ω 、 2.0Ω 、 1.0Ω の抵抗、 C_1 、 C_2 は静電容量がともに $1.0 \times 10^{-6} \text{ F}$ のコンデンサー、 E は起電力が 1.2 V の直流電源である。はじめ、スイッチ S_1 は開いており、スイッチ S_2 は閉じている。導線の抵抗、直流電源の内部抵抗は無視できるとして、以下の問いに答えよ。

(問 1) S_1 を閉じた瞬間に直流電源 E を流れる電流 I_E [A] を求めよ。

(問 2) S_1 を閉じて十分に時間が経過した後の I_E を求めよ。

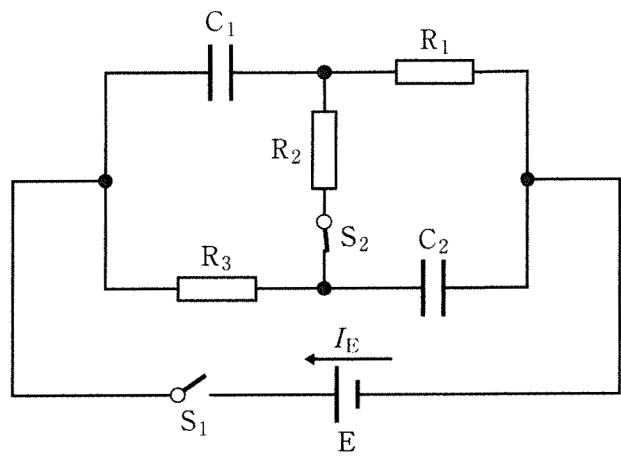
(問 3) このとき、 C_1 、 C_2 に蓄えられるそれぞれの電気量 Q_1 [C]、 Q_2 [C] を求めよ。

(問 4) S_1 を閉じた瞬間から、十分に時間が経過するまで I_E の時間変化を表すグラフを解答紙に描け。

次に、 S_1 と S_2 を同時に開く。

(問 5)十分に時間が経過した後、 C_1 、 C_2 に蓄えられるそれぞれの電気量 Q'_1 [C]、 Q'_2 [C] を求めよ。

(問 6) 抵抗で失われた全ジュール熱 J [J] を求めよ。



图

3

19世紀末から20世紀の最初の四半世紀にかけて、物理学の分野では、大きな発見や革新的な理論の提唱が相次いだ。例えば、アインシュタインの光量子仮説、ド・ブロイによる物質波、ボーアの原子模型などがあげられる。

真空中の光の速さを c [m/s]、光の振動数を ν [Hz]、プランク定数を h [J·s]、電気素量を e [C]、電子の質量を m [kg]、真空中におけるクーロンの法則の比例定数を k_0 [N·m²/C²]、円周率を π として、以下の問いに答えよ。

(問 1) 光量子仮説による光子1個のエネルギー E [J] を h 、 ν を用いて表せ。また、光子がもつ運動量 p [kg·m/s] を c 、 h 、 ν を用いて表せ。

(問 2) 電子の速さが v_e [m/s] のとき、ド・ブロイ波長 λ [m] を v_e 、 h 、 m を用いて表せ。

次に、水素原子内の電子の運動について考える。

(問 3) ボーアの仮説では、水素原子内において、電子は原子核から静電気力を受け、速さ v [m/s] で等速円運動し、量子条件が満たされている運動しかしない。その安定な状態は定常状態と呼ばれる。量子条件を使って、定常状態での電子のとびとびの軌道半径 r [m] を、正の整数 n ($= 1, 2, 3, \dots$) と v 、 h 、 m を用いて表せ。

ボーアが提案した仮説において、 n 番目の定常状態にある電子の円軌道の半径を r_n [m]、速さを v_n [m/s] とする。

(問 4) r_n を h 、 e 、 m 、 k_0 、 n を用いて表せ。

(問 5) n 番目の定常状態にある電子のエネルギー E_n [J] を h 、 e 、 m 、 k_0 、 n を用いて表せ。ただし、位置エネルギーは、無限遠を基準にとる。

次に、真空中において静止していた電子に電圧をかけて加速させ、水素原子に衝突させた。電圧が小さいときは、水素原子中の電子は基底状態のままであった。しかし、電圧を大きくしていき、電圧が V [V] となり、加速電子の速さが v' [m/s] になったとき、水素原子中の電子は $n = 2$ の励起状態に移った。ここで、加速された電子が得たエネルギーは、水素原子中の電子を励起するためにすべて使われるものとする。

(問 6) V を h, e, m, k_0 のうち必要なものを使って表せ。

(問 7) v' を h, e, m, k_0 のうち必要なものを使って表せ。