

令和3年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

1. 試験時間 令和3年3月6日、午後1時30分から3時50分まで
 2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)
- 以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
 4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
 5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
 6. 休憩のための途中退室は認めません。
 7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
 8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
 9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。
 10. 試験終了後の会場退室に当たっては、誘導の指示に従って下さい。

物 理 (その1)

1 なめらかで水平な床に傾斜角 θ の、なめらかな斜面を持つ質量 M の三角柱 Q が置かれている。図のように斜面上に質量 m の小さな物体 P を載せたところ、 P と Q が動き出した。 Q 上に P を載せたとき、両者の水平方向の重心位置が一致していたとする。 P と Q の間に働く抗力の大きさを N を求める。重力加速度の大きさを g としたとき以下の文章の(1-1)～(5-1)の に入る物理量を記しなさい。

(1) P の水平方向と鉛直下向きの加速度の大きさをそれぞれ a_1 と a_2 としたとき、下に示す P の運動方程式の右辺を N, m, M, g, θ の中から必要な物理量を用いて完成させなさい。同様に Q の水平左向き方向の加速度の大きさを a_3 としたとき Q の運動方程式を完成させなさい。

$$ma_1 = \text{ } \quad (1)$$

$$ma_2 = \text{ } \quad (2)$$

$$Ma_3 = \text{ } \quad (3)$$

(2) P が Q 上を滑り始めてから時間 t に Q は水平方向左側に距離 $q (> 0)$ 移動し、一方 P は Q に対して水平方向右側に距離 $p (> 0)$ 移動した。また P は鉛直下向きに距離 $r (> 0)$ 移動した。このとき $\frac{q}{p}$ の値を m, M を用いて表しなさい。

$$\frac{q}{p} = \text{ } \quad (4)$$

(3) 時間 t に、以下に示すそれぞれの運動方向への移動距離を p, q, r を用いて表しなさい。

$$\frac{a_1 t^2}{2} = \text{ } \quad (5)$$

$$\frac{a_2 t^2}{2} = \text{ } \quad (6)$$

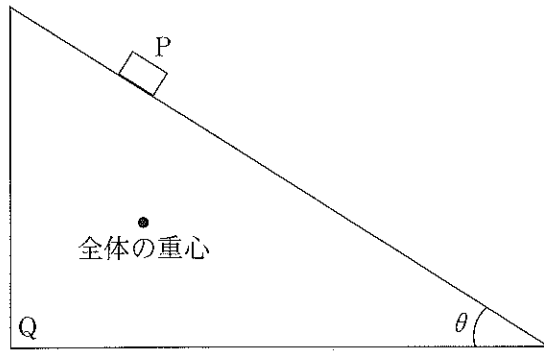
$$\frac{a_3 t^2}{2} = \text{ } \quad (7)$$

(4) 以上の考察から下の式を得る。式の右辺を p, q, r の中から必要な物理量を用いて完成させなさい。

$$\tan \theta = \text{ } \quad (8)$$

(5) 式(1)～(8)を連立させて N を m, M, θ, g を用いて表しなさい。

$$N = \text{ } \quad (5-1)$$

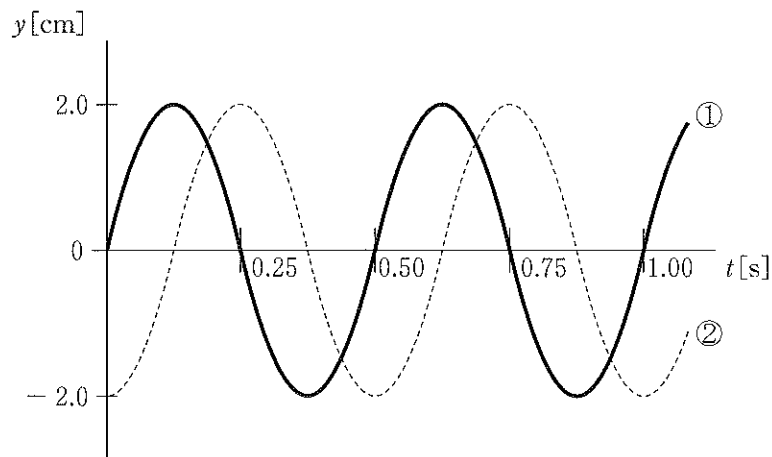


2 x 軸上を正の向きに正弦波型の横波が進んでいる。図は時刻 t の時の変位 y を示したグラフである。原点 O の媒質は図に示す①のような振動を示し、 x 軸上で原点 O から正の向きに 1.00 m 離れた点 P の媒質は図の②のような振動をしている。2 点 O と P との間には点 P と同位相で振動している点が 3 つある。

- (1) 時刻 $t = 0$ における位置 x と変位 y のグラフを解答用紙に描きなさい。
- (2) この正弦波の振動数 f 、波長 λ 、速さ v を求めなさい。
- (3) $0 \leq t < 1.00$ (s) の間で、点 O の媒質の加速度が y 軸の正の向きで最大となる時刻 t はいくらか。
- (4) 時刻 t における位置 x の変位 y を表す式を書き下しなさい。ただし振幅を A 、周期を T 、および波長を λ としなさい。

次に、 $x = 1.00\text{ m}$ の位置で自由端反射が起きた場合を考える。このとき媒質には定常波が生じる。

- (5) $0 \leq x < 1.00\text{ m}$ の範囲に定常波の腹は何個あるか。また、原点 O に最も近い腹の位置 x はいくらか。



物 理 (その2)

3 図1の装置は金属板陰極C、および陽極Pからなる光電管と、電池B、可変抵抗R、電圧計V、および電流計Aからなる回路で構成されている。この装置において、陰極Cに外部から単色光を照射できるようになっている。光電管に光電流 I が流れている状態で、陰極Cに対する陽極Pの電位 V を下げていくとやがて $-V_0$ で電流が流れなくなった。ただし $V_0 > 0$ である。逆に電圧を上げていくとある電圧以上で光電流が I_0 となり変化しなくなった(図2)。振動数 8.0×10^{14} Hzの光を陰極Cに照射したところ、図2のグラフで $V_0 = 1.5$ V、 $I_0 = 0.80$ mAとなった。このとき以下の問いに答えなさい。なお真空中の光速度の大きさを 3.0×10^8 m/s、電気素量を 1.6×10^{-19} C、プランク定数を 6.6×10^{-34} J·sとする。

- (1) 0.80 mAの電流が流れているとき、陰極Cから陽極Pに達する電子の数は毎秒何個か。
- (2) 陰極Cに照射した光子1個のエネルギーは何Jか。
- (3) 陰極Cから飛び出す光電子の最大運動エネルギー K は何Jか。
- (4) 陰極Cの仕事関数 W は何Jか。
- (5) 陰極Cに対する限界振動数 ν_0 を求めなさい。
- (6) 光の波長を一定に保ち、光の強さを $\frac{1}{2}$ 倍にしたとき、図2の曲線はどのように変わるか。概略を解答用紙の図に実線で描き加えなさい。

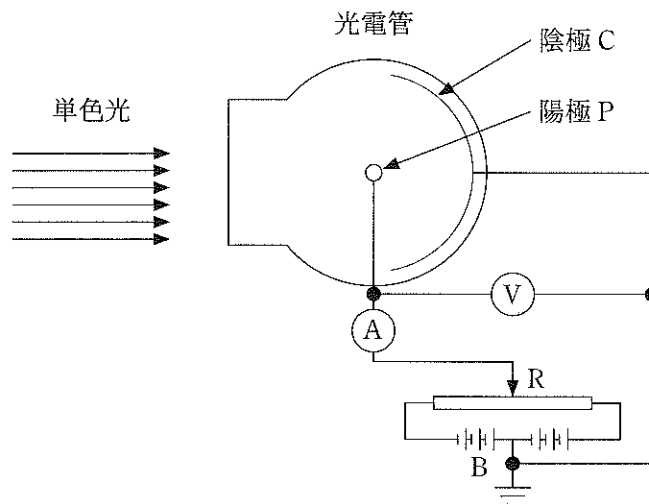


図1

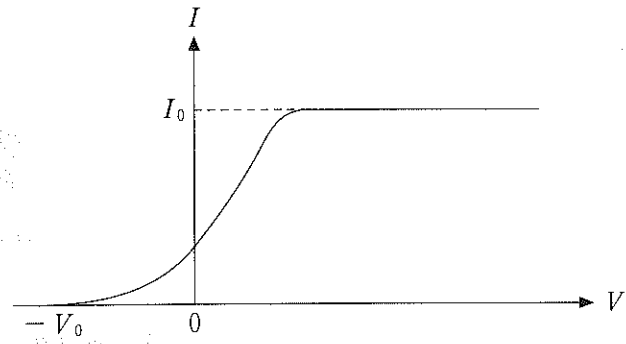


图 2

4 コンデンサーに関する以下の問いに答えなさい。

A 図1のように、3個のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , 電池 E , および2個のスイッチ S_1 , S_2 からの回路がある。 C_1 , C_2 , C_3 の電気容量はそれぞれ C , $2C$, $3C$ であり、電池 E の起電力は V であった。最初各スイッチは開いており、各コンデンサーに蓄えられた電気量は0である。

- (1) スイッチ S_1 を閉じ、 C_1 と C_2 を充電した。十分な時間が経過後 C_1 に蓄えられる電気量はいくらか。
- (2) C_1 にかかる電圧はいくらか。

次に S_1 を開き、 S_2 を閉じた。 S_2 を閉じてから、十分に時間が経った。

- (3) C_3 にかかる電圧はいくらか。
- (4) C_1 に蓄えられる電気量はいくらか。

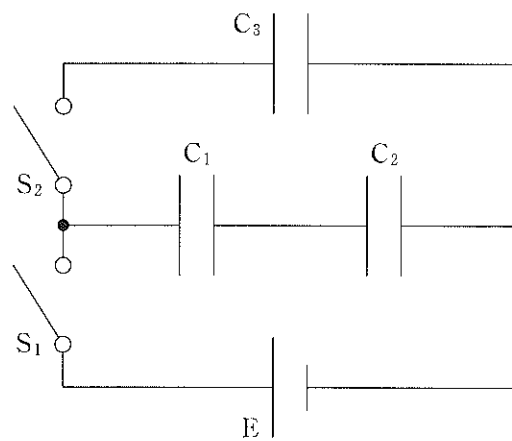


図1

B 真空中に図2のような、2枚の極板A、Bが平行に固定されたコンデンサーがある。電荷 Q に充電されている。極板は一辺の長さが ℓ の正方形で、極板間隔は d である。極板間の電界は一樣で、電気容量は C_0 であった。このとき極板と縦横が同じで、厚みが d 、比誘電率 ϵ_r の誘電体板を図3のように $\frac{\ell}{2}$ だけ外力を加えて静かに挿入した。誘電体板と極板の横方向の端面はそろっている。

- (1) 図3のコンデンサーの電気容量を C_0 と ϵ_r を使って表しなさい。
- (2) 誘電体板の挿入に外力が行った仕事を C_0 、 ϵ_r および Q を使って表しなさい。

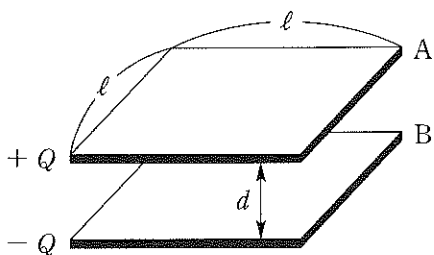


図2

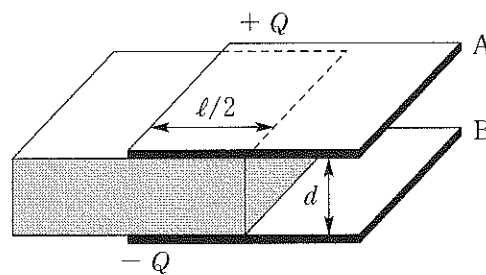


図3