

令和4年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

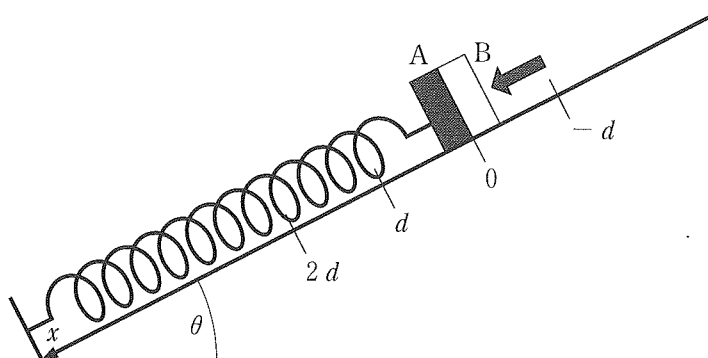
1. 試験時間 令和4年3月5日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 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)と下書き用紙は持ち帰って下さい。
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 下図のように、滑らかな斜面上にばね定数 k のばねの下端が固定され、上端に質量 m の黒い物体 A がついている。物体 A の上に質量 m の白い物体 B を離れないように接着した。斜面に沿って下向きに x 軸をとる。ばねは自然長より d だけ縮んだ状態でつり合っており、この位置を $x = 0$ とする。斜面角度を θ ($0 < \theta < 90^\circ$)、重力加速度の大きさを g とし、ばねの重さ、および空気の抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えなさい。



- (1) d の距離を k, g, m を用いて表しなさい。
- (2) 次に、物体 B を矢印の方向(斜面と水平方向)に $x = 2d$ まで押し下げ、時刻 $t = 0$ に静かに手を離れた。手を離れた時刻を $t = 0$ とする。振動の周期 T ならびに角振動数 ω を d, k, m の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (3) 今度は、物体 A と B を接着せず、(2)と同様に物体 B を矢印の方向に $x = 2d$ だけ押し下げ、静かに手を離れたところ、ばねの自然長の位置 $x = -d$ で物体 B は物体 A から離れていった。物体 B が物体 A から離れる時刻 t_1 を、 d, k, m の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (4) $0 \leq t \leq t_1$ までの物体 A の座標 x を d, k, m, t の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (5) $t = t_1$ での物体 A の速さ v_1 を d, k, m の中から必要なものを用いて表しなさい。
- (6) 物体 A と B が再び接触する前に、物体 A が達する最高点の座標 x_1 を d, k, m の中から必要なものを用いて表しなさい。なお、斜面は十分に長いものとする。

2 音の性質を調べるために以下のような実験を行った。それぞれの問いに答えなさい。

A ピストン E が備わった細長いガラス管(シリンダー)DF がある。図 1 のように、左端の管口 D からピストン E までの距離 x が自由に調整できる。振動数 f_A のおんさ A を鳴らしてシリンダーの管口 D に近づけ、 x を 0 から少しずつ増加させたところ、 $x = a_1$ のときにはじめて共鳴が起こり、 $x = a_2$ のときに 2 回目の共鳴が起こった。

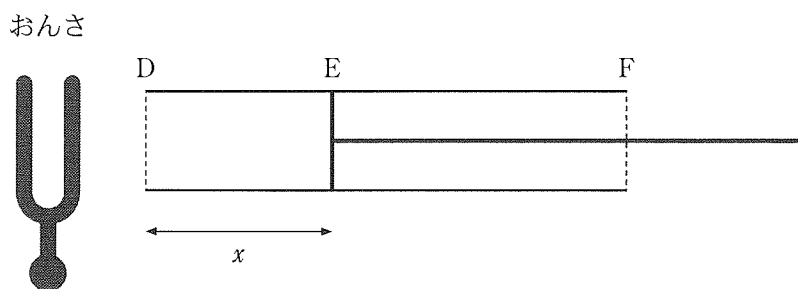


図 1

- (1) おんさ A の波長はいくらか。
- (2) 音速はいくらか。
- (3) 開口端補正の値はいくらか。なお管口外側にできる波の腹と管口との距離を開口端補正の値という。
- (4) 次に、振動数 f_B のおんさ B を鳴らしてシリンダーの管口 D に近づけ、 x を 0 から少しずつ増加させたところ、 $x = b_1$ のときにはじめて共鳴が起こった。おんさ B の振動数 f_B はいくらか。なお、開口端補正の値はおんさ A の場合と同じであった。

B 図2のようなクインケ管を用意する。開口部Pから振動数500 Hzの音を入れ開口部Qから出てくる音を観測する。始めの状態では、PRQの長さとPSQの長さは等しい。Sの部分を実線S'のようにまでゆっくり引き出しながら開口部Qから出てくる音を聞いていると、長さX引き出すごとに音は小さくなった。Xの値を求めなさい。なお、問題**B**については、音速を340 m/sとする。

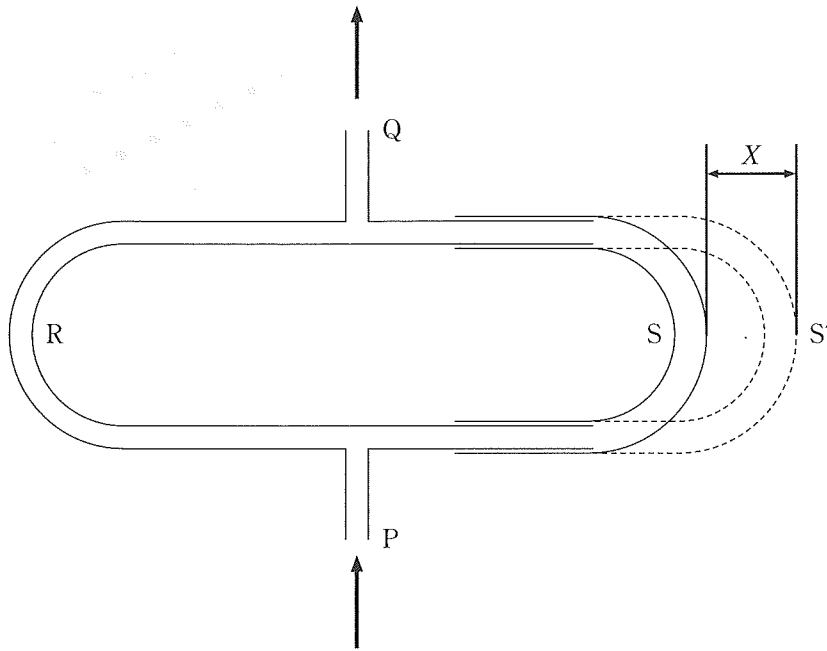


図2

物 理 (その2)

- 3 図1のように、格子定数 d の回折格子面に波長 λ のレーザー光を垂直に当てたところ、この回折格子から距離 L 離れた、回折格子面と平行に設置されたスクリーン上に明るい点の列が観察できた。このとき以下の問いに答えなさい。

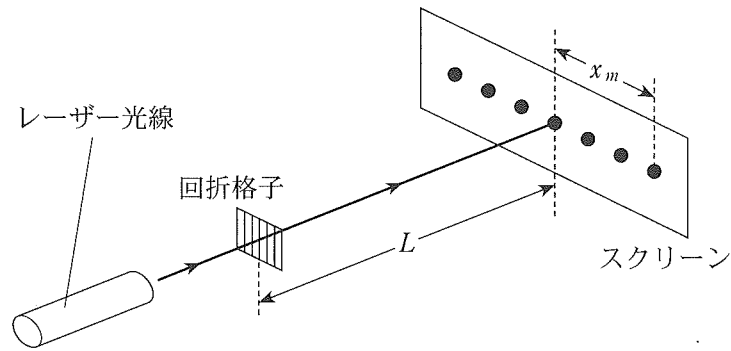


図 1

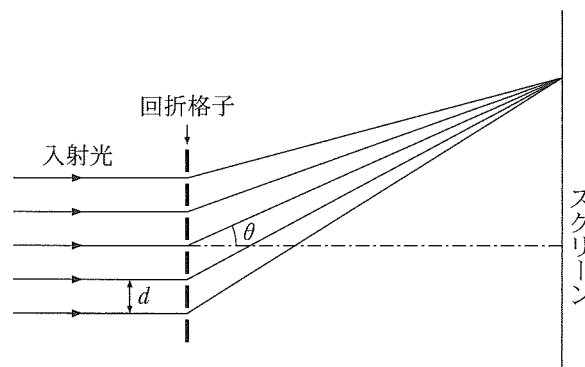
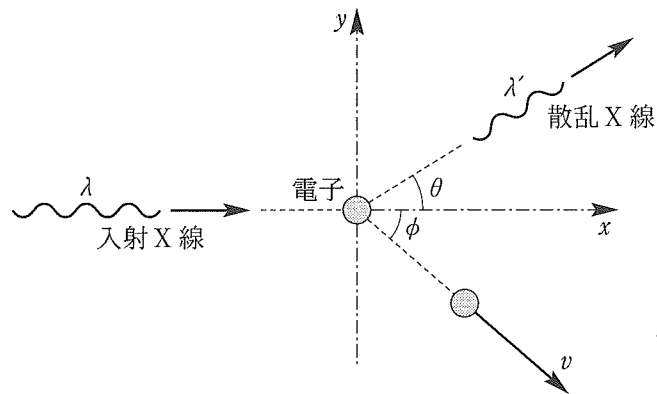


図 2

- (1) 図2のように、回折格子を通った光のうち、入射方向と角 θ をなす方向に向かう光を考える。このとき回折格子の隣り合うスリットを経てスクリーン上の同じ点に達する光の経路差はいくらか。
- (2) スクリーン上に明るい点が出るのは設問(1)で求めた経路差が波長とどのような関係になった場合かを数式で表しなさい。このとき0以上の整数 m を使いなさい。 m を次数という。
- (3) スクリーン上で、中心の明るい点から測って m 番目(次数 m)の明るい点までの距離を x_m とし、 x_m が L に比べて十分小さいとした場合、 x_m を λ , d , L , m を用いて表しなさい。また隣り合った明るい点の間隔 Δx を求めなさい。
- (4) 設問(3)において用いた回折格子のスリットが 1.00 mm あたり 200 本であった。 L が 2.00 m のとき x_2 が 50.0 cm と計測された。レーザー光の波長 λ の値はいくらか。またこの光は何色か。

4

図のように、静止している質量 m の電子に、波長 λ の X 線を照射したところ、電子は X 線の入射方向と角度 ϕ をなす方向に速さ v ではね飛ばされた。X 線の入射方向と角度 θ をなす方向で、 λ より長い波長 λ' の散乱 X 線が観察された。X 線を、エネルギーと運動量をもつ粒子として考えて、以下の問いに答えなさい。光の速さを c 、電子の質量を m 、プランク定数を h とする。



- (1) 入射 X 線の運動量を表しなさい。
- (2) 入射 X 線のエネルギーを表しなさい。
- (3) X 線の入射方向 (x 軸方向) およびそれと垂直な方向 (y 軸方向) での運動量保存の法則を表す式を示しなさい。
- (4) 散乱前後のエネルギー保存の法則を表す式を示しなさい。
- (5) (3)の結果より ϕ を消去して、 $(mv)^2$ を求めなさい。ただし、 $(\lambda' - \lambda)^2$ は無視できるものとする。
- (6) (4)と(5)の結果より、 $\lambda' - \lambda$ を求めなさい。
- (7) $\theta = 90^\circ$ の場合の $\tan \phi$ を λ , λ' を用いて表しなさい。