

令和4年度 入学試験問題

医学部 (I期)

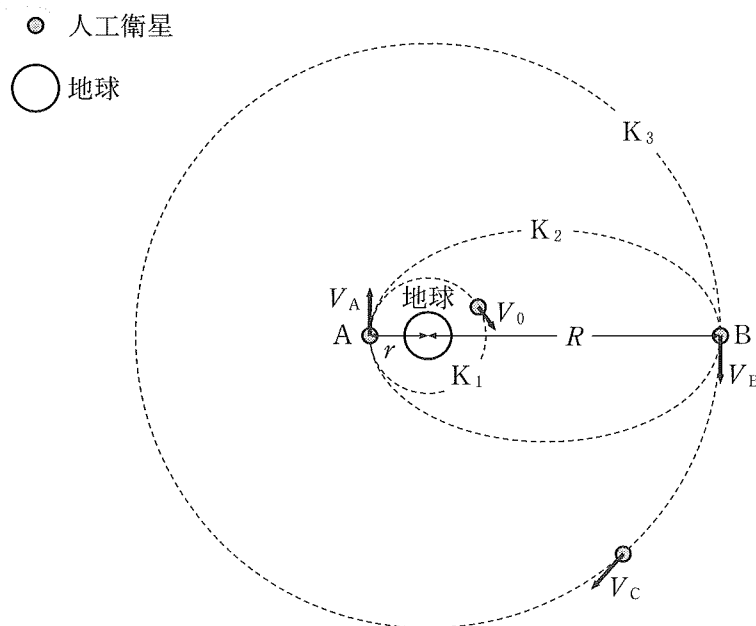
理科

注意事項

1. 試験時間 令和4年2月4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出に当たっては、誘導の指示に従って下さい。

物 理 (その1)

- 1 下図のように地球を中心とする半径 r の円軌道 K_1 を周遊する人工衛星があった。人工衛星は大気の抵抗を受けないものとし、地球の質量を M 、人工衛星の質量を m 、万有引力定数を G とする。以下の問いに答えなさい。なお、物理量が問われたときは、 G 、 M 、 m 、 R 、 r の中から必要なものを用いて表しなさい。

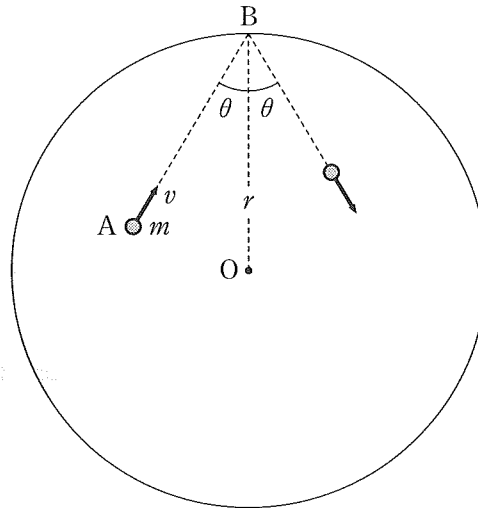


- (1) 円軌道 K_1 を周遊する時の人工衛星の速さ V_0 を求めなさい。
- (2) 人工衛星の円軌道 K_1 の周期 T_1 を求めなさい。

次に、点 A で人工衛星の速さを V_0 から、瞬時に V_A まで加速したところ、人工衛星は AB を長軸とする楕円軌道 K_2 上を周遊した。地球の中心から最も速い地点 B までの距離は R であった。

- (3) 点 A における人工衛星の速さ V_A ならびに点 B における人工衛星の速さ V_B を求めなさい。
- (4) 楕円 K_2 の半短軸を求めなさい。
- (5) 人工衛星の円軌道 K_2 の周期 T_2 を求めなさい。
- (6) さらには、人工衛星が点 B を通る瞬間に速度を変化させて、地球中心から半径 R の円軌道 K_3 に移した。この時の速さ V_C を求めなさい。また、点 B で人工衛星の速さを V_C にするために必要なエネルギーを求めなさい。

- 2 半径 r の球形容器に、質量 m の単原子分子の理想気体が n mol 入っている。分子はさまざまな速さと方向をもって互いに衝突することなく容器中を動き回り、容器の壁と完全弾性衝突を繰り返している。図は、容器内の点 A にある 1 個の分子が速さ v 、入射角 θ で壁上の点 B に衝突する様子を示している。点 O は容器の中心を示す。以下の問いに答えなさい。なお、気体の絶対温度を T 、アボガドロ数を N_A 、気体定数を R とする。また重力の影響は無視できるものとする。



- (1) この分子が、1 回の衝突で壁に与える力積はいくらか。
- (2) この分子が、点 B に衝突してから、次に壁に衝突するまでに進む距離はいくらか。
- (3) 分子全体が、十分に長い時間 t の間に壁に与える力積はいくらか。ただし容器内全体で、分子の速さを 2 乗したものの平均を $\overline{v^2}$ としなさい。
- (4) この気体の圧力はいくらか。
- (5) 気体分子 1 個の運動エネルギーの平均値を ϵ 、 N_A 、 T 、 r 、 R の中から必要なものを用いて表しなさい。

物 理 (その2)

- 3 図1のように、2枚の平板ガラスA、Bを合わせて置き、その一端に薄いアルミ箔をはさむ。ガラス板Bの面に真上から垂直に単色光を当てて真上から観察すると、等間隔の平行な縞模様が見えた。2枚のガラスが接する位置からアルミ箔までの長さを L 、アルミ箔の厚さを D とする。このとき以下の問いに答えなさい。ただし、空気の屈折率は1.0としてよい。必要なら0と正の整数を表す m を用いなさい。

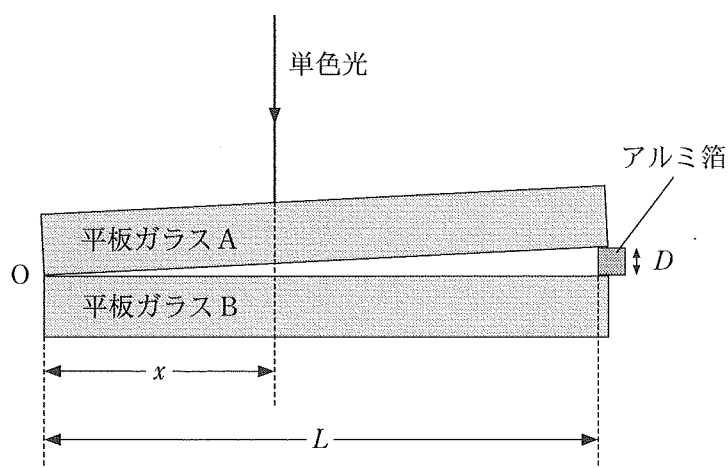


図1

まず、2枚のガラスの間に空気のみがある場合について考える。

- (1) くさび形の頂点Oから水平方向に x だけ離れたガラスBの上面の位置Pと、その真上のガラスAの下面の位置Qを考える。このときPで反射された光とQで反射された光の経路の差を求めなさい。
- (2) 単色光の波長を λ としたとき、Pの位置に明線ができるための条件式を表しなさい。
- (3) 隣り合う明線と明線の間隔はいくらか。
- (4) 青色の単色光に比べて、赤色の単色光を用いたとき、明線の間隔はどう変わるかを60字以内で述べなさい。
- (5) 波長660 nmの単色光を用いたとき、明線の間隔が1.0 mmであった。 L が10 cmとしたらアルミ箔の厚さ D はいくらか。

次に、くさび形の空間に液体を入れた場合について考える。

(6) このとき、同じ波長の単色光を用いると、明線の間隔が 0.67 mm であった。この液体の屈折率を求めなさい。

再び空気層に戻して、図2のように、ガラスAとアルミ箔の位置をそのままに保ち、ガラスBを水平に保ったまま鉛直下方にゆっくりと下げていった。干渉縞の位置が移動していくのが観測された。

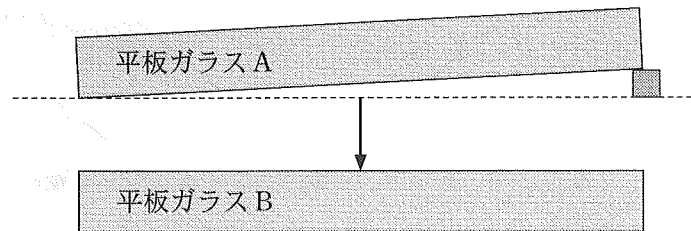
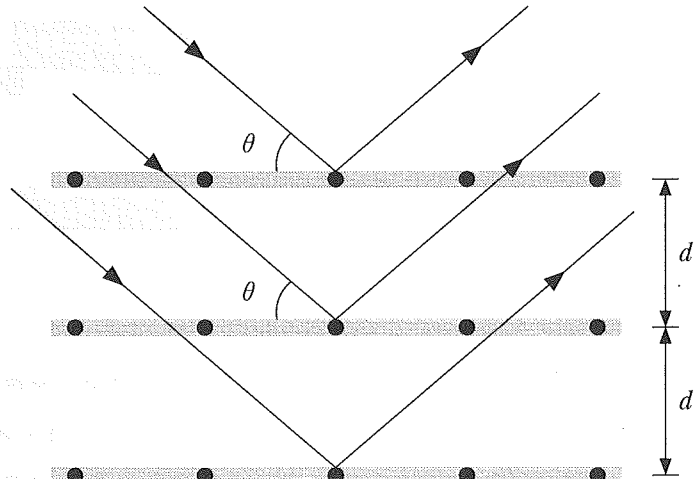


図2

(7) ガラスBの下降とともに、干渉縞の間隔は、変化するかあるいは変化しないかを答えなさい。変化すると答えた場合、しだいに大きくなるか、しだいに小さくなるかを答えなさい。

(8) ガラスBを鉛直下方に距離 Δy 動かしたとき、ガラスBを動かす前に位置Pにあった明線は、水平方向に距離 Δx だけ移動した。距離 Δy を D , L , Δx を用いて表しなさい。

- 4 電子線を結晶に当てると、電子線は規則正しく並んだ原子の配列面(格子面)で散乱し、干渉して特定の方向に強く反射することがある。このとき、入射した電子線は、各格子面上に並んだ原子によって鏡面のように反射すると考えられる。図のように、電子線をある原子からなる結晶の格子面に対して角度 θ で入射させた。このとき以下の問いに答えなさい。ただし格子面間隔を d とする。電子の質量 $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, 電気素量 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C, プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s とする。



図

- (1) 隣り合う2つの格子面で反射された電子線が作る経路の差を求めなさい。
- (2) 反射電子線が互いに強め合う条件を、電子線の波長 λ , 自然数 n を用いて表しなさい。
- (3) 静止している電子を 11.4×10^2 Vの電圧で加速した時の電子の速さと電子の波長を求めなさい。単位も書きなさい。

この電子線を角度 $\theta = 50^\circ$ で入射させ、そのあと θ を増加させた。格子面間隔 $d = 1.80 \times 10^{-10}$ mであった。また $\sin 50^\circ = 0.766$ とする。

- (4) 最初に強い反射が起こる角度を θ_1 としたとき、 $\sin \theta_1$ を求めなさい。