

平成 24 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

理 科

注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は、全部で 28 ページあり、第 1～3 ページは下書用紙です。下書用紙は切り離してはいけません。
3. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているので、誤らないように注意しなさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された欄内に記入しなさい。点線より右側には何も記入しないこと。
5. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答しなさい。選択していない科目について解答しても無効です。
6. 各解答用紙には、受験番号欄が 2 か所ずつあります。それぞれ記入を忘れないこと。
7. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机の上に置き、持ち帰ってはいけません。この冊子は持ち帰りなさい。
8. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出なさい。

物 理

(注) 医学科の受験生は問 1 から問 10 までの全ての問題について、
歯学科および保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問 1 から
問 7 までの 7 問について解答せよ。

1 定滑車と動滑車を組み合わせ、質量 m_1 の物体 A と質量 m_2 の物体 B を図 1 のようにつり下げる。糸や滑車の質量は無視でき、滑車は摩擦なく動き、糸は十分長く物体や滑車は接触しないとして以下の問題に答えよ。重力加速度を g と表記する。また鉛直上向きを正方向とし、符号に注意して解答せよ。

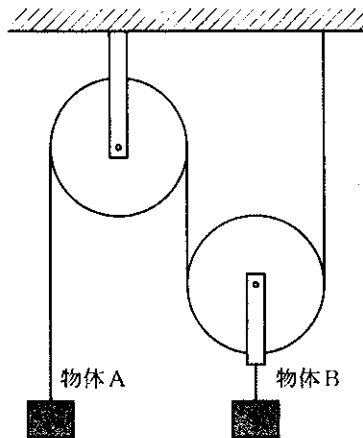


図 1

物体 A を手で固定して 2 つの物体を同じ高さに静止させた。

問 1 物体 A が糸および手から受けている力を求めよ。

時刻 $t = 0$ に物体 A から手を離すと、2つの物体は鉛直方向の等加速度運動を始めた。

問 2 物体 B の加速度は、物体 A の加速度の何倍か。

問 3 物体 A の加速度と、物体 A が糸から受けている力を m_1 , m_2 , g を用いて表せ。

問 4 時刻 $t = T (> 0)$ における物体 A の高さおよび速度を m_1 , m_2 , g , T を用いて表せ。ただし、 $t = 0$ での物体の位置を高さの原点とせよ。

問 5 時刻 $t = 0$ から T の間に、2つの物体の運動エネルギーの和はどれだけ増えたか。 m_1 , m_2 , g , T を用いて表せ。

問 6 時刻 $t = 0$ から T の間に、2つの物体の位置エネルギーの和はどれだけ増えたか。 m_1 , m_2 , g , T を用いて表せ。

定滑車と動滑車を組み合わせ、質量 m_1 の物体 A、質量 m_2 の物体 B、質量 m_3 の物体 C を図 2 のようにつり下げる。

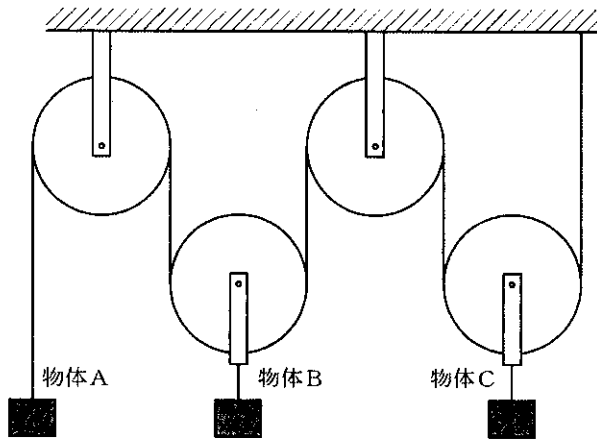


図 2

物体 A, B を手で固定して3つの物体を同じ高さに静止させた。

問 7 物体 A が糸および手から受けている力を求めよ。

物体 A, B から同時に手を離すと, 3 つの物体は鉛直方向の等加速度運動を始めた。

問 8 糸の張力の大きさを m_1, m_2, m_3, g を用いて表せ。

問 9 m_1, m_2, m_3 がある条件を満足するとき, 全ての物体は静止したままであった。この条件を求めよ。

問 10 m_1, m_2, m_3 がある条件を満足するとき, 物体 A のみ静止したままであった。この条件を求めよ。またこの条件を, m_2/m_1 を横軸, m_3/m_1 を縦軸とした平面上に図示せよ。

(注) 医学科の受験生は問1から問9までの全ての問題について、歯学科および保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問1から問6までの6問について解答せよ。

2 シャボン玉や水面に薄く拡がった油は、色づいて見えることがある。これは、薄い膜についての光の干渉で理解することができる。

空気(屈折率を1.0とする)中にある厚さ d 、屈折率 $n(>1.0)$ の石けん水の薄膜に垂直に波長 λ の平行光が入射した場合(図1)について以下の問題に答えよ。

問1 入射光が面Aと面Bで反射した場合、反射光はそれぞれどのようなようになるか解答欄に実線で示せ。ただし、光は正弦波で表し、その振幅は変化しないものとする。図1と解答欄の図は、光の進行方向が 90° ずれているので注意せよ。

問2 問1の解答欄の図では、空気中と石けん水中の光の波長が変化していないように示してあるが、実際にはどうなるであろうか。空気中での光の波長を λ 、速さを c とすると、石けん水中の光の波長 λ' と速さ v' をそれぞれ求めよ。

問3 m を0または正の整数として、面Aでの反射光 I_A と面Bでの反射光 I_B が強めあう条件を c 、 d 、 m 、 n 、 λ のうち適当なものをを用いて表せ。

問4 可視光の範囲を $3.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ から $7.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ までと考えて、問3の条件を満たす可視光の波長をすべて求め、有効数字2桁で答えよ。ただし、石けん水の屈折率を $n = 1.3$ 、膜の厚さを $d = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ とする。

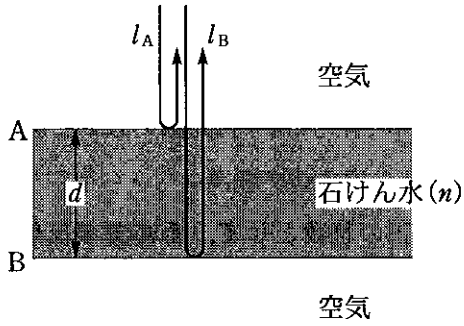


図 1

空気中から、屈折率 n_g のガラス上の厚さ d 、屈折率 n の石けん水の薄膜に波長 λ の光が垂直に入射した場合(図 2) について以下の問題に答えよ。

問 5 m を 0 または正の整数として、面 A での反射光 l_A と面 B での反射光 l_B が弱めあう条件を d, m, n, n_g, λ のうち適当なものを用いて表せ。ただし、 $1.0 < n < n_g$ とする。

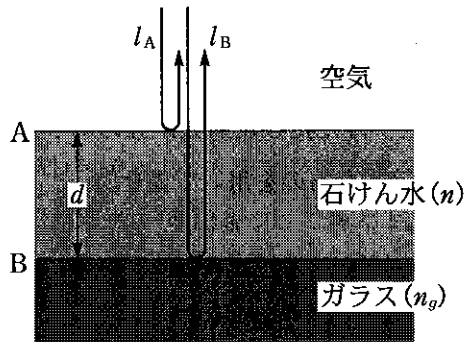


図 2

空気中にある厚さ d 、屈折率 $n (> 1.0)$ の石けん水の薄膜に波長 λ の光が斜めに入射した場合(図 3)について以下の問題に答えよ。ただし、入射角を i 、屈折角を r とする。また、入射光 l は平行光線であるとする。

問 6 m を 0 または正の整数として、面 A での反射光 l_A と面 B での反射光 l_B が強めあう条件を d, i, m, n, λ を用いて表せ。答えだけでなく図中に適当な補助線を引き、その条件を導いた過程を簡潔に説明せよ。

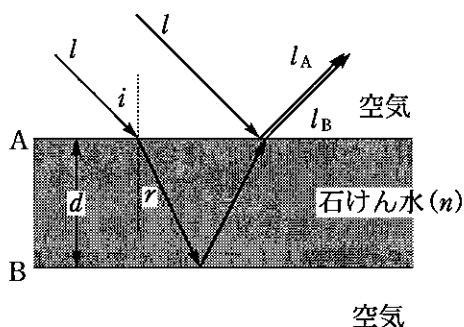


図 3

問 7 入射角が i_1 のとき、反射光 l_A と反射光 l_B は強めあったが、入射角を徐々に小さくしていくと反射光が見えなくなり、さらに小さくしていくと入射角が $i_2 (< i_1)$ のとき、ふたたび反射光が強めあった。薄膜の厚さ d を i_1, i_2, m, n, λ のうち適当なものを用いて表せ。

空気中で2枚の平板ガラス(1辺の長さ a の正方形で、厚さ b 、屈折率が $n_g(>1.0)$)を点Aで接触させ、点Bと点Dに厚さ d の薄い紙をはさむ。つまり、2つのガラスは、点Bと点B'および点Dと点D'は d だけ離れ、上面のガラス1の点C'は空气中に浮いている状態であるが、ガラスの平面性は保たれているものとする。ガラス1の上方から下面のガラス2に垂直に波長 λ の平行光を入射すると、上から見たときに縞模様が現れた。このとき、以下の問題に答えよ。ただし、 a と b は、 d と λ に比べて十分大きいものとする(図4)。

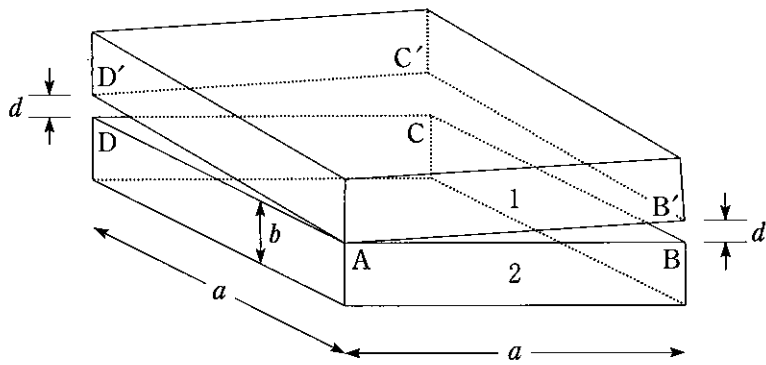


図4

問8 真上から見たときの縞模様の概略を解答欄に図示せよ。

問9 $\angle B'AB = \angle D'AD = \theta$ とし、 θ を徐々に大きくしていくとき、縞模様の間隔はどのように変化するか、理由をつけて答えよ。