

理科問題紙

平成 27 年 2 月 25 日

自 14 : 00

至 16 : 00

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 19 までの 19 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦ , ⑧ , 化学 ⑨ , ⑩ , ⑪ , 物理 ⑫ , ⑬ , ⑭ の 8 枚である。
3. 生物, 化学, 物理のうち 2 科目を選択すること。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書くこと。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定すること。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

物 理

1 質量 m の物体が動摩擦係数 μ の水平な床の上に静止していた。図1のように水平方向とのなす角 θ で一定の大きさの力 F をある時間、物体にくわえたところ、物体は床から摩擦力を受けながら水平方向に移動し、その速さは時間とともに大きくなった。

$0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ とする。重力は鉛直下向きにはたらくとし、重力加速度の大きさを g とする。空気抵抗は無視できるほど小さいとする。このとき次の各問に答えなさい。数値解の場合、有効数字は2桁とし、必要に応じて適切な物理単位を付しなさい。

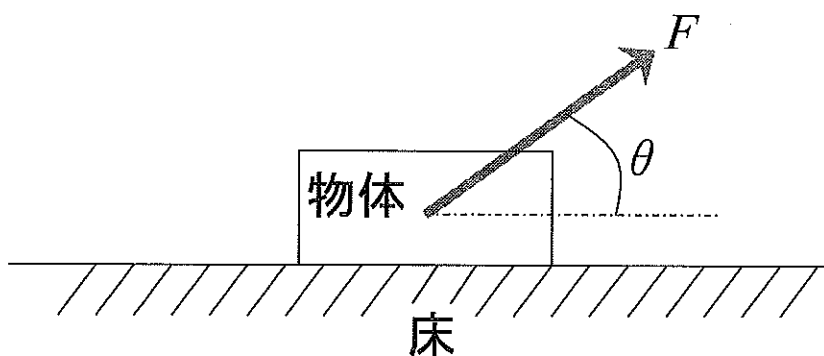


図1 床に置かれた物体の概観

問1 物体が床から受ける垂直抗力を F , m , g , θ を含む文字式で表しなさい。

問2 物体の水平方向の加速度を F , m , g , θ , μ を含む文字式で表しなさい。

問3 物体の速さが v になった瞬間、力 F を取り除いた。その後、物体はある距離進んで止まった。力 F を取り除いてから物体が止まるまでに進む距離を v , g , μ を含む文字式で表しなさい。

問 4 はじめ静止していた物体に力 F をある時間くわえたのち取り除くと、物体ははじめの静止位置から距離 10 m 進んで止まった。力 F をくわえた時間を数値で答えなさい。

ただし m を 2.0 kg, θ を 30° , μ を 0.10, g を 9.8 m/s^2 , F を 10 N とする。

2 平面ガラスの表面に薄膜を貼り付けると、各境界面で反射する光が干渉し色について見えることがある。

今、図2のように均一な厚さ d の薄膜(屈折率 $n_1 = 1.4$)がガラス(屈折率 $n_2 = 1.5$)に平行に貼り付けられている。空気(屈折率 $n_0 = 1.0$)の方向からこの薄膜に垂直に光を当てた時、空気と薄膜の境界面で反射する光と、薄膜を透過しガラスとの境界面で一回反射する光の干渉について、以下の間に答えなさい。ただし、可視光の波長範囲と色の関係は表1に従うとする。なお薄膜中での可視光の吸収、散乱は起こらないものとする。

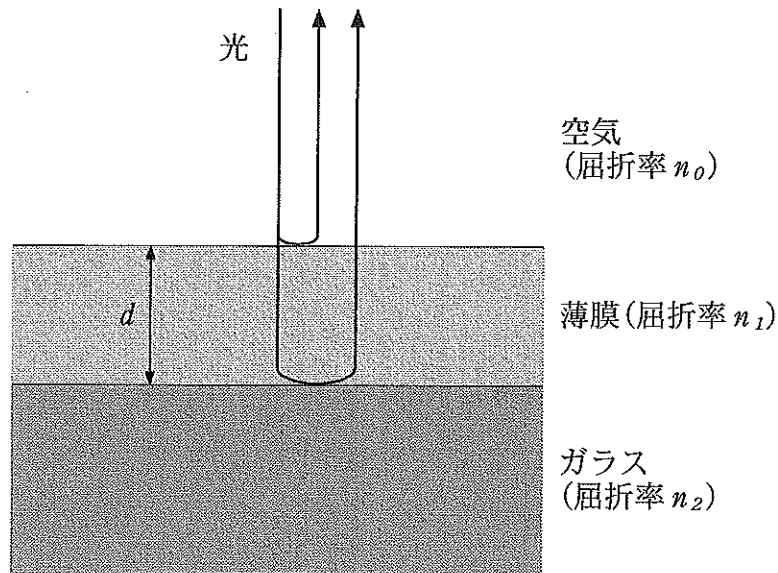


図2 ガラスと薄膜と光の位置関係

表1 可視光の波長範囲と色

波長(nm)	色の名前
380~430	紫
430~460	藍
460~490	青
490~500	青緑
500~540	緑
540~570	黄緑
570~590	黄
590~610	橙
610~640	赤橙
640~780	赤

問 1 光の波長を λ としたとき、空気と薄膜の境界面で反射した光と、薄膜を透過しガラスとの境界面で一回反射した光が強めあう条件と弱めあう条件を文字式で表しなさい。

問 2 薄膜の厚さ $d = 0.20 \mu\text{m}$ のとき、あらゆる可視光の波長を含む白色光が入射した。このとき、空気と薄膜の境界面で反射した光と、薄膜を透過しガラスとの境界面で一回反射した光が干渉し強めあった結果、反射光は何色に見えるか。

問 3 あらゆる可視光の波長を含む白色光が入射したとき、波長 420 nm と 560 nm の二つの波長において干渉し強めあった。この現象が起こる最小の薄膜の厚さを有効数字 2 桁で求めなさい。

3 ウラン 235 (^{235}U) 1 個が核分裂すると 200 MeV のエネルギーを放出する。今、毎秒 40 マイクログラムのウラン 235 が核分裂する原子炉がある。次の問に、有効数字 2 桁で解答しなさい。

問 1 エネルギー 200 MeV を、ジュール(J)単位に換算しなさい。

問 2 この原子炉で核分裂するウランの原子の個数は毎秒何個か。

問 3 この原子炉が発生する全エネルギーの 20 % が電力に変換する。この電力は何ワットか。

問 4 ウランの核分裂で、中性子が放射される。運動エネルギーが 100 eV と 1.00 eV の中性子の物質波の波長を比較すると、後者は前者の値の何倍になるか。