

平成 19 年度

入 試 問 題

物 理 【862】

試験開始の合図があるまでに、次の注意事項をよく読んでください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開かないでください。
2. 机の上には、受験票・鉛筆・シャープペンシル・消しゴム・鉛筆削り（電動式は除く）・腕時計（時刻表示機能だけのもの）・眼鏡以外のものは置かないでください。
3. 問題用紙・解答用紙の両方に必ず志望学部（学校）・志望学科（専攻）・志望コース・受験番号・氏名・フリガナを記入してください。提出の前に記入漏れがないか再度確認してください。
4. 5 問題中 4 問題を選択し、解答してください。
5. 選択した問題については、解答用紙左端の選択欄に○を必ず記入してください。
6. 試験中に問題用紙の印刷不鮮明・ページの落丁・乱丁に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
7. 問題用紙の余白等は適宜利用して構いません。
8. 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入してください。
9. 配布された問題用紙・解答用紙は試験終了後回収しますので、持ち帰らないでください。

◇携帯電話・PHS などは、電源を切った上でカバン等の中にしまってください。

志望学部(学校)	志 望 学 科 (専攻)	志望コース	受 験 番 号	フリ ガナ	
	()			氏 名	

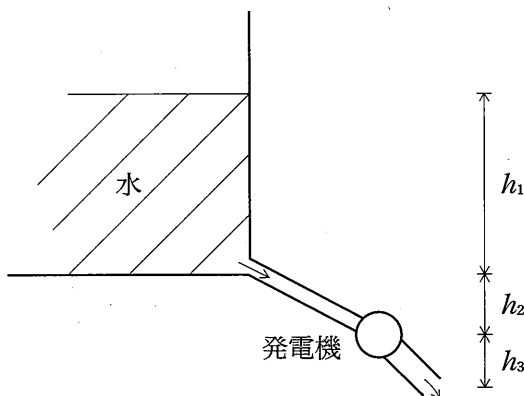
[1] 空欄 (1) ～ (8) を最も適切な記号や言葉で埋めて、次の文章を完結せよ。重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とせよ。

(a) 図のようにダムに水が蓄えられている。ダムの底面からダムの水面までの高さを $h_1[\text{m}]$ (h_1 はダムが大きいため変化しない)、発電所の発電機からダムの底面までの高さを $h_2[\text{m}]$ 、放水路の出口から発電機までの高さを $h_3[\text{m}]$ とする。毎秒 $m_1[\text{kg}]$ の水を発電のために用いる。このとき得られるエネルギーがすべて電気エネルギーに変換されると1秒あたり (1) [J] である。

(1) のエネルギーを $P[\text{J/s}]$ と表し、発電におけるエネルギー変換効率を 20 % とすると、(2) kW の電気エネルギーが得られる。1時間あたりでは (3) kWh となる。kWh は (4) の実用的な単位で、(4) の仕事率を (5) という。

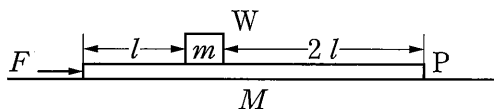
(b) 長さ $h_4[\text{m}]$ で水平方向に対し 30° 傾いている、動く部分の質量が $m_2[\text{kg}]$ のエスカレーターがある。(2) の電気エネルギーを用いてこの型のエスカレーター n 台を速さ v (m/s) で動かす。エスカレーターが動くことによってその重心の位置は変化しない。このエスカレーターに人が乗って上昇する。1台あたり乗っている人の総質量は平均して $m_3[\text{kg}]$ である。人が乗ることによって v は変わらない。1台のエスカレーターが単位時間あたりなす仕事は (6) [J/s] となる。従って、人を運ぶ目的のためのエネルギー利用効率は (7) % となる。

(c) (2) の電気エネルギーで集中暖房用の水の温度を 4°C から 40°C まで上昇させる。水の比熱は $4\text{ J/g}\cdot\text{K}$ で、熱エネルギーへのエネルギー変換効率を 40 % とすると、1時間あたり (8) kg の水を処理できる。



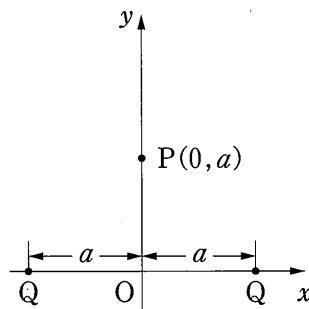
- 〔 2 〕 図のように、水平でなめらかな床の上に質量 M の薄い板 P を置き、さらに質量 m の物体 W を板 P の上に置く。物体 W の左端から板 P の左端までの距離は l 、物体 W の右端から板 P の右端までの距離は $2l$ である。板 P に大きさ F の力を水平で右向きに加えた。板 P と物体 W との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g として以下の設問に答えよ。

- (A) 力 F が小さいとき、物体 W と板 P はいっしょに動いた。
- (1) 物体 W の加速度はいくらか。
 - (2) このとき、物体 W が板 P から受ける水平方向の力の向きと大きさを答えよ。
- (B) 力 F を大きくすると、板 P が動くとともに、物体 W は板 P の上をすべり始めた。
- (3) 床に対する物体 W の加速度の大きさを α として、物体 W の運動方程式を記せ。
 - (4) 床に対する板 P の加速度の大きさを β として、板 P の運動方程式を記せ。
 - (5) 物体 W が板 P の上をすべり始めてから、板 P の端に到達するまでに要する時間はいくらか。



[3] xy 面内の 2 点にそれぞれ正の点電荷 Q が図のように固定されている。クーロンの法則の比例定数を k として以下の設問に答えよ。ただし、無限遠点の電位を 0 とする。また、重力の影響はないものとする。

- (1) 2 つの点電荷が及ぼしあう力の大きさはいくらか。
- (2) y 軸上の点 $P(0, a)$ における電場（電界）の x 成分および y 成分はそれぞれいくらか。
- (3) 原点 O における電位はいくらか。
- (4) 点電荷 q を y 軸上の無限遠点に置く。この点電荷を原点 O まで移動させるとき、外力がする仕事はいくらか。
- (5) 質量 m で正の電荷 q をもつ粒子を y 軸上の無限遠点から原点 O に向けて初速 v で打ち出した。この粒子が原点 O に到達するために必要な最小の v はいくらか。



- 〔 4 〕 図1のように、空気中で2枚のガラス板 G_1 , G_2 を重ねる。左端では G_1 と G_2 は接触している。左端から距離 L だけ離れた G_2 上の他端に厚さが d の板をくさびのように挟む。 d は L に比べて非常に小さいとする。この装置を水平な台の上に置き、鉛直上方から波長が λ の単色光をあてた。左端から距離 x の G_2 上の点 P_2 でのガラスのすき間の厚さを y とする。 G_1 の下面 P_1 で反射される光と G_2 の上面で反射される光は互いに干渉し、上方から見ると明暗の干渉縞が観察される。ただし、 P_1 , P_2 で光が反射するとき、 P_1 では自由端反射に相当するので波（位相）のずれが生じないのに対し、 P_2 では固定端反射に相当するので半波長すなわち $\lambda/2$ ずれる。空気の屈折率を1, ガラスの屈折率は1よりも大きいとする。以下の設問に答えよ。

- (1) P_1 と P_2 で反射される光の経路差を y で表せ。
- (2) 暗線が現れるときの条件式を求めよ。ただし、整数 m ($m = 0, 1, 2, \dots$) を用いて表して、 m 番目の暗線を示すところのすき間の厚さを y_m とせよ。
- (3) 隣り合う暗線の間隔はいくらか。
- (4) 入射する光を赤色から緑色に変えると暗線の間隔は、(a)延びる、(b)縮む、(c)変わらない、のいずれか。記号で答えよ。
- (5) 鉛直上方からのぞくと暗線はどのように見えるか、最も近いものを図2の中から選び、記号で答えよ。

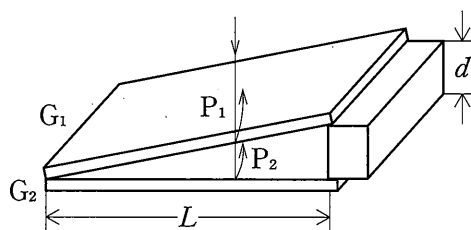


図1

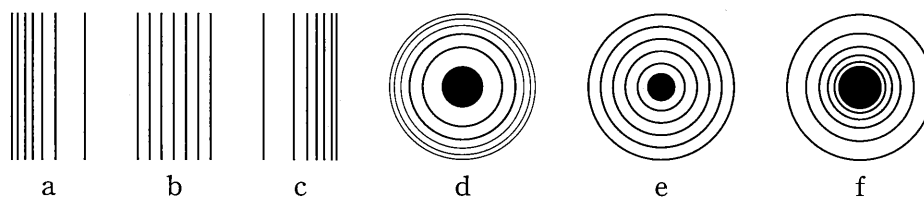


図2

〔 5 〕 なめらかに動くピストンをそなえた円筒容器に単原子分子理想気体を閉じ込め、その状態を図のように変化させた。A → B（変化①番）は等温変化であり、この間に気体が外部から吸収した熱量を Q とする。B → C（変化②番）は定積変化、C → A（変化③番）は断熱変化である。以下の設問に答えよ。

- (1) 気体の温度が下降するのは何番の変化か。
- (2) 気体の温度が上昇するのは何番の変化か。
- (3) 気体が外部に熱を放出するのは何番の変化か。
- (4) 気体が外部に仕事をするのは何番の変化か。また、その仕事はいくらか。
- (5) 気体が外部から仕事をされるのは何番の変化か。また、その仕事はいくらか。
- (6) A → B → C → A は熱機関のサイクルとみなせる。この熱機関は外部から熱量 Q を受け取り、その一部を(3)で外部に捨てて、残りを外部に対する仕事に変えたことになる。外部にした正味の仕事の、受け取った熱量に対する割合を熱効率という。この熱機関の熱効率はいくらか。

