

選択科目

(医学部)

— 2月7日 —

物理
化学
生物

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～11
生物	12～18

1

図1のような電流-電圧特性をもつ豆電球Pを図2から図4のような回路につないだ。次の各問いに答えなさい。答えは各問いの解答群の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

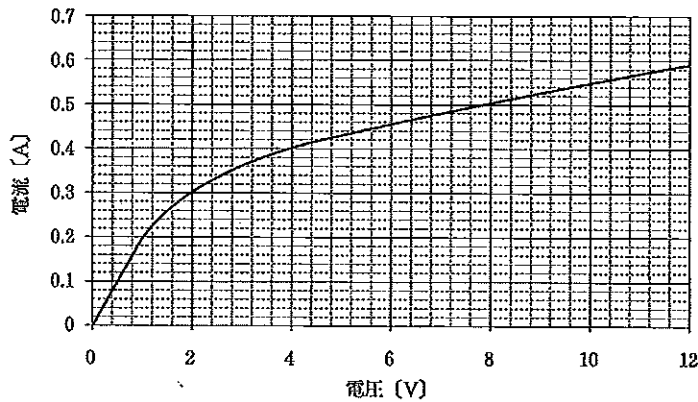


図1 豆電球Pの電流-電圧の特性曲線

(1) 図2の回路で、豆電球Pに流れる電流を求めなさい。

(2) 図3の回路で、豆電球Pに流れる電流を求めなさい。

図4の回路で、可変抵抗の抵抗値を $40\ \Omega$ にしたところ、 $0.20\ \text{A}$ の電流が抵抗AをQからRの向きに流れた。

(3) 豆電球Pに流れる電流を求めなさい。

(4) 抵抗Cに流れる電流を求めなさい。

(5) 抵抗Aの抵抗値を求めなさい。

図4の回路で、可変抵抗の抵抗値を変えていくと、QR間に電流が流れなくなった。

(6) このときの可変抵抗の抵抗値を求めなさい。

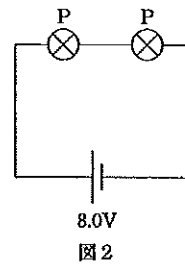


図2

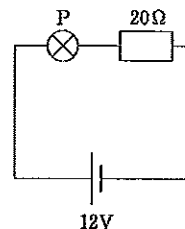


図3

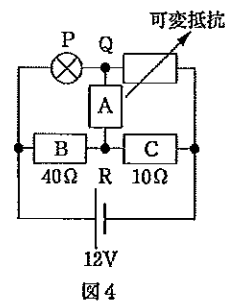


図4

物 理

〔解答群〕

- | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (1) ア. 0.20 A | イ. 0.25 A | ウ. 0.30 A | エ. 0.40 A | オ. 0.50 A |
| (2) ア. 0.20 A | イ. 0.30 A | ウ. 0.40 A | エ. 0.50 A | オ. 0.60 A |
| (3) ア. 0.20 A | イ. 0.30 A | ウ. 0.40 A | エ. 0.50 A | オ. 0.60 A |
| (4) ア. 0.24 A | イ. 0.30 A | ウ. 0.40 A | エ. 0.44 A | オ. 0.60 A |
| (5) ア. 12 Ω | イ. 20 Ω | ウ. 30 Ω | エ. 32 Ω | オ. 40 Ω |
| (6) ア. 2.4 Ω | イ. 4.4 Ω | ウ. 6.4 Ω | エ. 7.4 Ω | オ. 8.4 Ω |

2

回折格子やプリズムを利用すると光の回折や屈折によりレーザー光線を曲げることができる。以下の図1～図3のように、スクリーンとレーザー装置との間に回折格子あるいはプリズムを挿入することを考える。プリズムへのレーザー光線の入射角やプリズムの屈折率により、回折格子を挿入した場合と同じ位置にレーザー光線を到達させることができる。レーザー装置から出た波長 λ のレーザー光線はスクリーンに対し垂直であるとして、以下の各問いに答えなさい。

図1に示すように、格子定数 d の回折格子 G をレーザー光線に対し垂直においたところ、スクリーン上にいくつかの明るい点が見えた。

- (1) 中央の明るい点の位置を点 O 、そのすぐ隣の明るい点の位置を点 X 、レーザー光線が回折格子 G を透過する点を O' 、 $\angle O'O'X = \theta_1$ として、 θ_1 、 d 、 λ の関係を式で表しなさい。

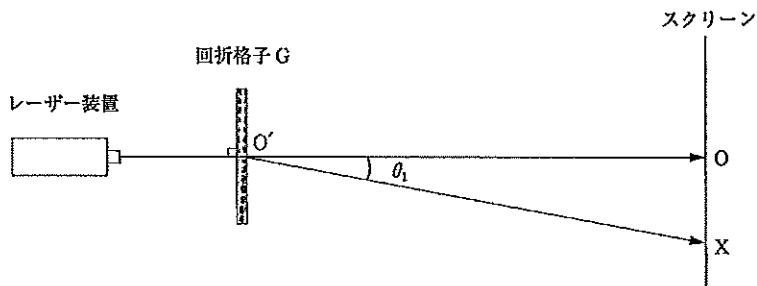


図1

次に図2に示すように、頂角が 30° である二等辺三角形プリズム P_1 に対しレーザー光線を垂直に入射したところ、プリズム P_1 を透過したレーザー光線は図1の場合と同じ点 X に到達した。

- (2) プリズム P_1 の屈折率 n_1 を θ_1 を用いて表しなさい。

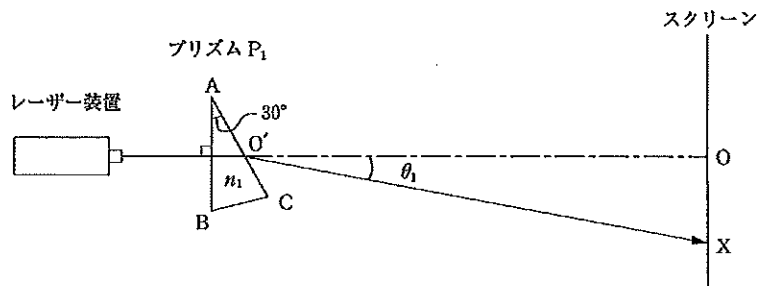


図2

物 理

さらに、図3に示すように(2)と同じ形状で屈折率 n_2 の二等辺三角形プリズム P_2 をある角度に傾けておくと、レーザー光線は同じくスクリーン上の点 X に到達した。このとき、プリズム P_2 の中を通るレーザー光線は図4のプリズム P_2 の拡大図に示すようにプリズムの底辺 EF に平行であった。

- (3) 図4に示すように、レーザー光線のプリズム P_2 への入射角を θ_2 、プリズム P_2 から空气中へ出てくる屈折角を θ_3 として、 θ_2 と θ_3 の関係を表しなさい。
- (4) プリズム P_2 へ入射するレーザー光線とプリズム P_2 から空气中へ出るレーザー光線がなす角が θ_1 となっている。 θ_2 を θ_1 で表しなさい。
- (5) プリズム P_2 の屈折率 n_2 を θ_1 で表しなさい。

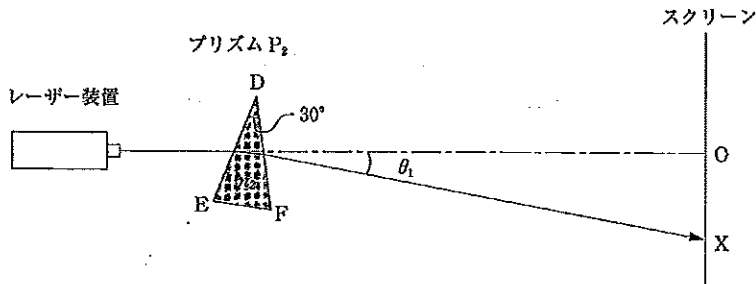


図3

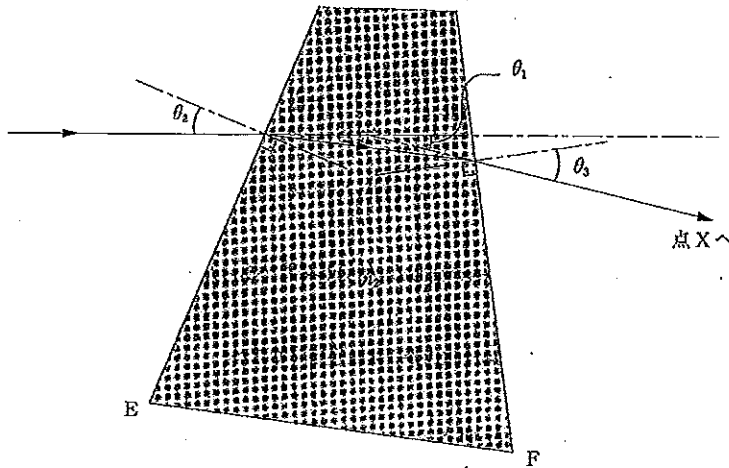


図4

物 理

3

ばね定数 k の軽いばねにつながれた質量 m の物体 A と物体 B の床面上での運動を考える。重力加速度の大きさを g 、床面と両物体の間の静摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ として以下の各問いに答えなさい。

図 1 のように水平な床面上で両物体を互いに反対方向に手で引っ張り、ばねが自然な長さよりも長い状態で手をはなしたところ、両物体は静止した。

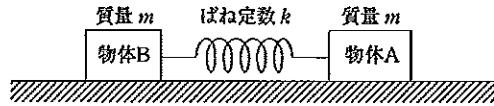


図 1

(1) 自然な長さからのばねののびはいくら以下であったか。

次に、図 1 の状態から図 2 のように床面をゆっくり傾けていったところ、水平面に対する傾斜角が θ になったところで物体 A が斜面に沿って距離 d だけ滑り落ち、再び静止した。この間、物体 B は動かなかった。

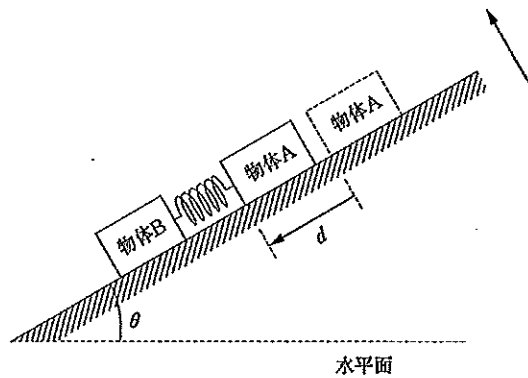
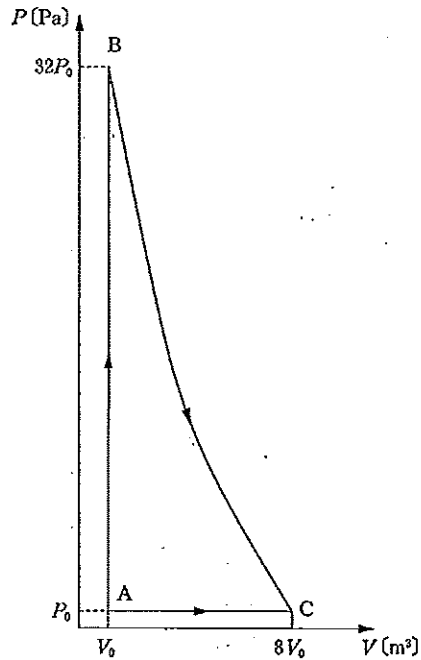


図 2

- (2) 物体 A が滑り落ちる直前の自然の長さからのばねののびはいくらであったか。
- (3) 物体 A が滑り落ちる間、物体 A にはたらく重力がなす仕事はいくらか。
- (4) 物体 A が滑り落ちる間、物体 A と斜面の間にはたらく摩擦力がなす仕事はいくらか。
- (5) 物体 A が滑り落ちる間、物体 A にはたらく斜面からの垂直抗力のなす仕事はいくらか。
- (6) 物体 B が静止状態を保つための θ に対する条件を動摩擦係数 μ を用いて表しなさい。

4

円筒容器の中に、なめらかに動くピストンで n [mol] の単原子分子の理想気体を封じた。このときの気体の圧力を P_0 [Pa]、温度を T_0 [K]、体積を V_0 [m³] とし、この状態を A とする。次に、図に示すように状態 A の気体の体積を一定に保ったまま加熱し、圧力 $32P_0$ [Pa] の状態 B に変化させた。さらに、状態 B の気体を断熱膨張させて圧力 P_0 [Pa]、体積 $8V_0$ [m³] の状態 C に変化させた。次の (1) ~ (6) の各問いに答えなさい。答えは各問いの解答群の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。



図

- (1) 状態 B における気体の温度 T_B [K] を求めなさい。
- (2) 状態 A から状態 B へ変化したときの気体の内部エネルギーの増加量 ΔU_{AB} [J] を求めなさい。
- (3) 状態 B から状態 C に変化させる過程で気体が外部にした仕事 W_{BC} [J] を求めなさい。

次に、気体を状態 A に戻し、圧力を一定に保ったまま状態 C に変化させた。

- (4) このときの気体の内部エネルギーの増加量 ΔU_{AC} [J] を求めなさい。
- (5) このとき、気体に与えた熱量 Q_{AC} [J] を求めなさい。
- (6) この気体の定圧モル比熱 C_p [J/(mol · K)] を求めなさい。

〔解答群〕

- | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| (1) ア. T_0 | イ. $8T_0$ | ウ. $16T_0$ | エ. $32T_0$ | オ. $96T_0$ |
| (2) ア. $\frac{3}{2}P_0V_0$ | イ. $\frac{31}{2}P_0V_0$ | ウ. $16P_0V_0$ | エ. $32P_0V_0$ | オ. $\frac{93}{2}P_0V_0$ |
| (3) ア. $\frac{3}{2}P_0V_0$ | イ. $8P_0V_0$ | ウ. $12P_0V_0$ | エ. $36P_0V_0$ | オ. $48P_0V_0$ |
| (4) ア. $\frac{5}{2}P_0V_0$ | イ. $8P_0V_0$ | ウ. $\frac{21}{2}P_0V_0$ | エ. $12P_0V_0$ | オ. $48P_0V_0$ |
| (5) ア. $7P_0V_0$ | イ. $8P_0V_0$ | ウ. $\frac{21}{2}P_0V_0$ | エ. $12P_0V_0$ | オ. $\frac{35}{2}P_0V_0$ |
| (6) ア. $\frac{5P_0V_0}{2nT_0}$ | イ. $\frac{5V_0}{2T_0}$ | ウ. $\frac{5P_0V_0}{2T_0}$ | エ. $\frac{5P_0V_0}{2n}$ | オ. $\frac{5}{2}P_0V_0$ |