

平成 21 年度 入学 試験 問題 (前期日程)

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	13 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

物 理

1 以下の文章中の に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問 1 直線運動をしている物体の速度 v と時間 t に図 1-I の関係があるとき、それに対応する位置 x と時間 t の関係を表しているグラフは図 1-II の (1) (ア), (イ), (ウ), (エ) である。

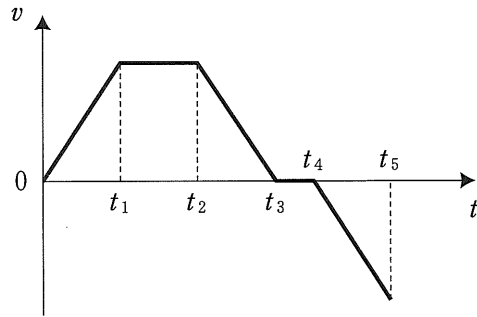


図 1-I

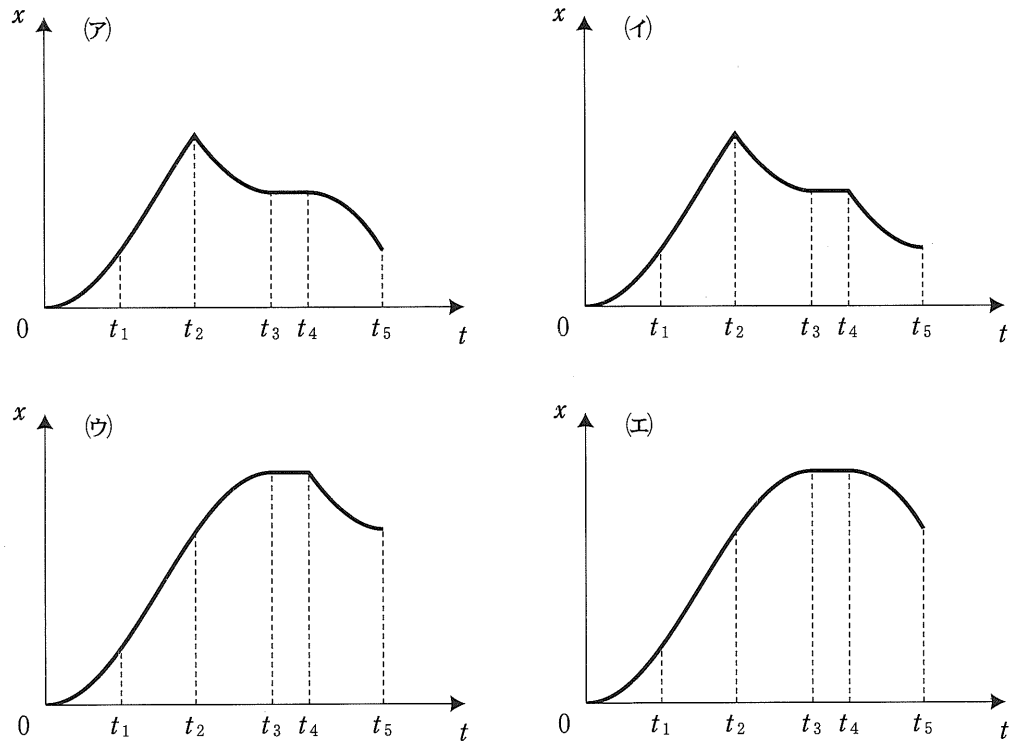


図 1-II

問 2 一様な磁場(磁界)の中で1巻きの円形コイルを周期 T で回転させたとき、コイルを貫く磁束が図1—Ⅲのように時間変化した。このとき、コイルに発生する起電力 V の時間変化は図1—Ⅳの (2) (ア), (イ), (ウ), (エ) で表される。ただし、コイルを貫く磁束を増やすように電流が流れるときの起電力を正とする。

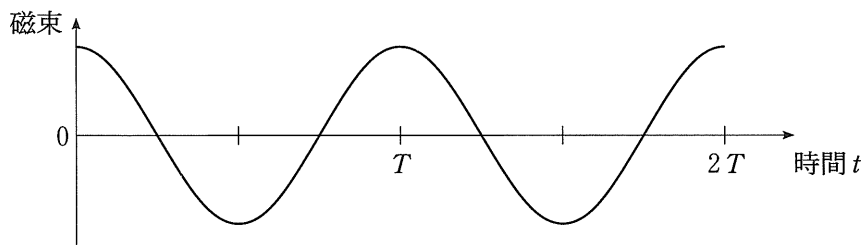


図1—Ⅲ

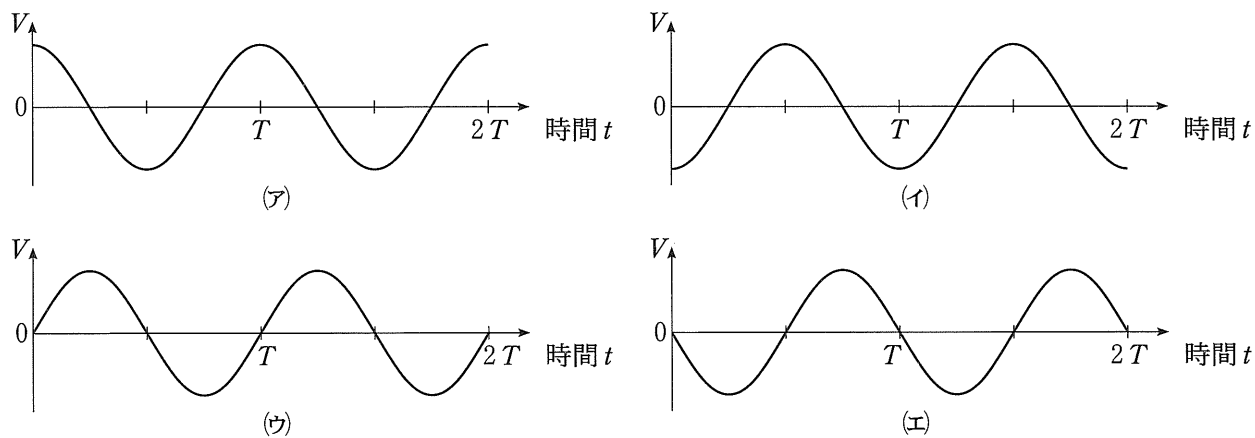


図1—Ⅳ

問 3 断熱材で囲まれた容器に 80°C のお湯 20 kg が入っている。このお湯に 20°C の水を混ぜて 40°C にするには、 20°C の水 (3) kg が必要である。ただし、容器など、周囲との熱の出入りはないものとする。

問 4 なめらかに動くピストンをもつシリンダーの中に一定量の理想気体を閉じ込め、図1—Ⅴのように、気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化させて、初めの状態に戻した。

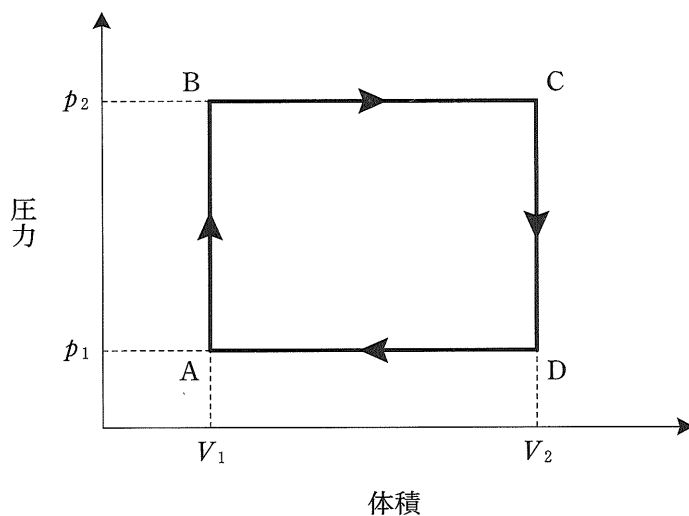


図1—Ⅴ

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の変化の間に、気体が外にした仕事は、 V_1, V_2, p_1, p_2 を用いて、(4) と表せる。また、気体の温度が上昇する過程は、

- (5) (ア) $A \rightarrow B$ と $B \rightarrow C$
 (イ) $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow D$
 (ウ) $B \rightarrow C$ と $D \rightarrow A$
 (エ) $C \rightarrow D$ と $D \rightarrow A$
- である。

問 5 時刻 $t = 0$ [s] のときの波形が図 1—Ⅵで表される正弦波がある。 $x = 0$ [m] の点の媒質の振動を観察したところ、図 1—Ⅶのようであった。このとき、この波の振動数は Hz, 速さは m/s である。

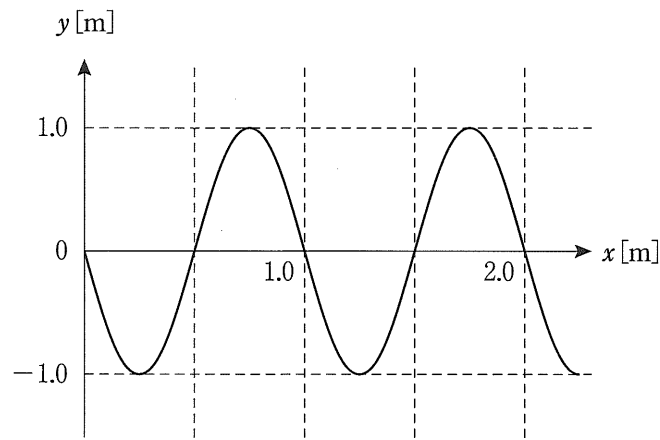


図 1—Ⅵ

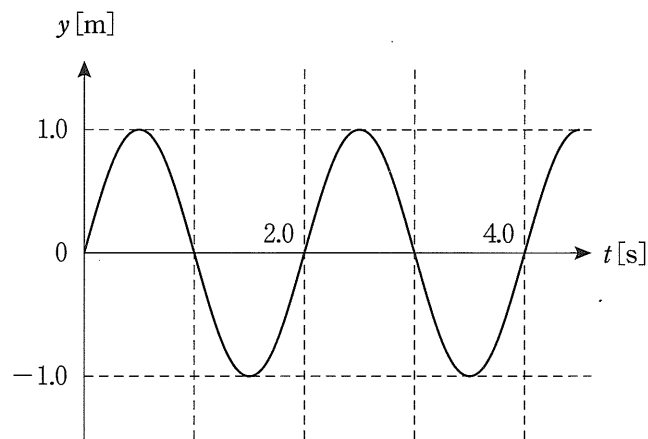


図 1—Ⅶ

問 6 一様な媒質中で静止している観測者に向かって音源が一定の速さで近づくとき、観測者には、音源が静止している時に比べて、音が高く聞こえる。音源が運動していても、媒質を伝わる音波の は変化しない。この場合、音波の が変化しており、その結果として が変化して音が高く聞こえる。

空欄(a)~(c)に入る項目として正しい組み合わせは、

- (8)

(ア) (a) 波長, (b) 速さ, (c) 振動数
(イ) (a) 波長, (b) 振動数, (c) 速さ
(ウ) (a) 速さ, (b) 振動数, (c) 波長
(エ) (a) 速さ, (b) 波長, (c) 振動数

 である。

問 7 図 1—Ⅷのように、2 枚の厚い平面ガラスを重ね、一方の端に薄い板をはさみ、非常に小さい角のくさび形空気層をつくる。真上から単色光をあて、真上から見たとき、等間隔の明暗の縞模様^{しま}が観測できた。これは、OA 面と OB 面で光が反射するためである。

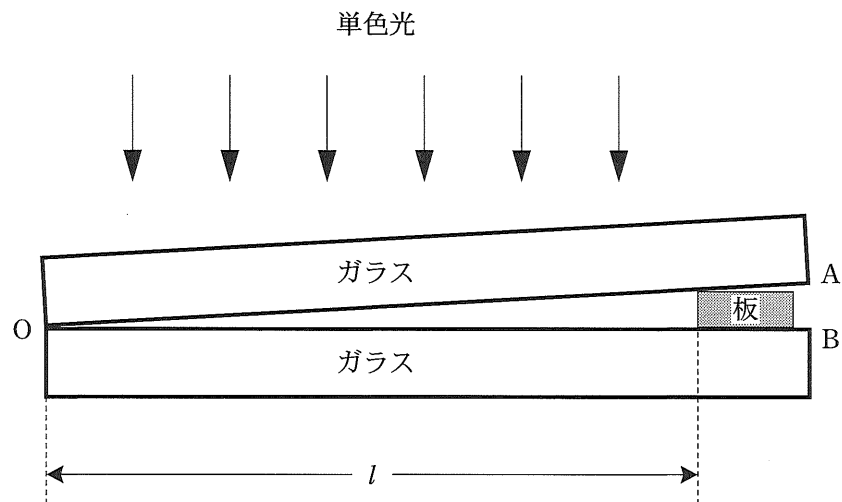


図 1—Ⅷ

ガラスの交線 O では、暗線が生じていた。

光の空気中の波長を λ_0 とし、交線 O を 0 番目の暗線として O 点から m 番目の暗線の空気層の厚さを d_m とすると、 $d_m =$ (9) であり、隣の $m + 1$ 番目の暗線の空気層の厚さを d_{m+1} とすると、 $2d_{m+1} - 2d_m = \lambda_0$ である。暗線から隣の暗線までの間隔を Δx とし、ガラスの交線 O より板をはさんだところまでの長さを l とすると、板の厚さは λ_0 を用いて (10) と表される。

- 2 図2—Iのように、水平面PRから傾斜角 θ の摩擦のないなめらかな斜面PQ上にばね係数 k のばねの一端を固定した。このばねの他の端に、質量 m の小物体を静かに置くと、ばねは l_0 だけ縮んで静止した。ばねの質量は無視できるものとし、以下の各問に答えよ。ただし、重力加速度は g とする。(15点)

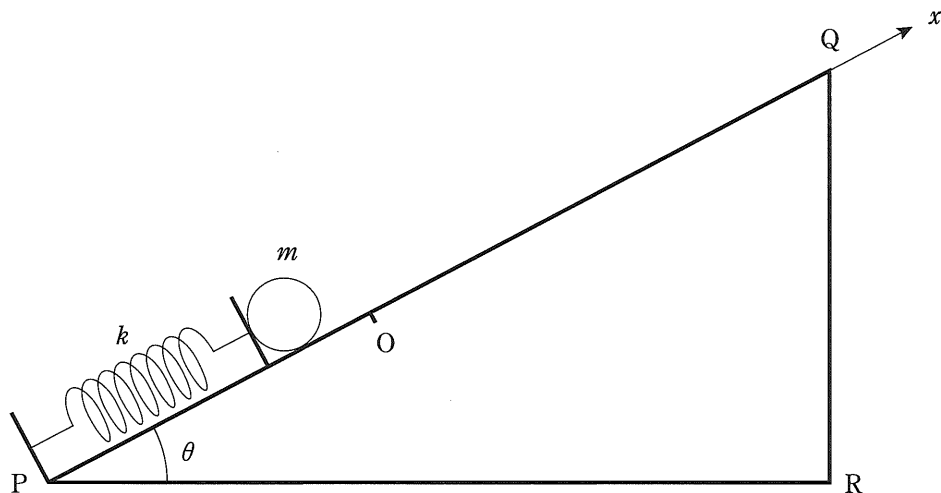


図2—I

- 問1 小物体が静止している状態での斜面に平行な方向の力のつり合いの式を g , k , l_0 , m , θ を用いて表せ。
- 問2 小物体に力を加えて斜面上を静かに移動させ、ばねがつり合いの状態からさらに l_1 だけ縮んだところで静止させた。次に、小物体に加えていた力を取り去ると、小物体は斜面上を移動し、ばねが自然長になったときにばねから離れた。ばねから離れた後の小物体の加速度の大きさ a を求めよ。
- 問3 ばねが自然長になったときの小物体の位置を O とする。小物体の達する最高点と O の間の距離 d を求めよ。ただし、最高点は Q を越えないものとする。

問 4 小物体に働く力 F と小物体の位置 x の関係は図 2—II の(a)~(f)のどれになるか。ただし、斜面方向に x 軸をとり、斜面上方を x 軸の正の向きとする。また、ばねが自然長になったときの小物体の位置 0 を $x = 0$ とする。

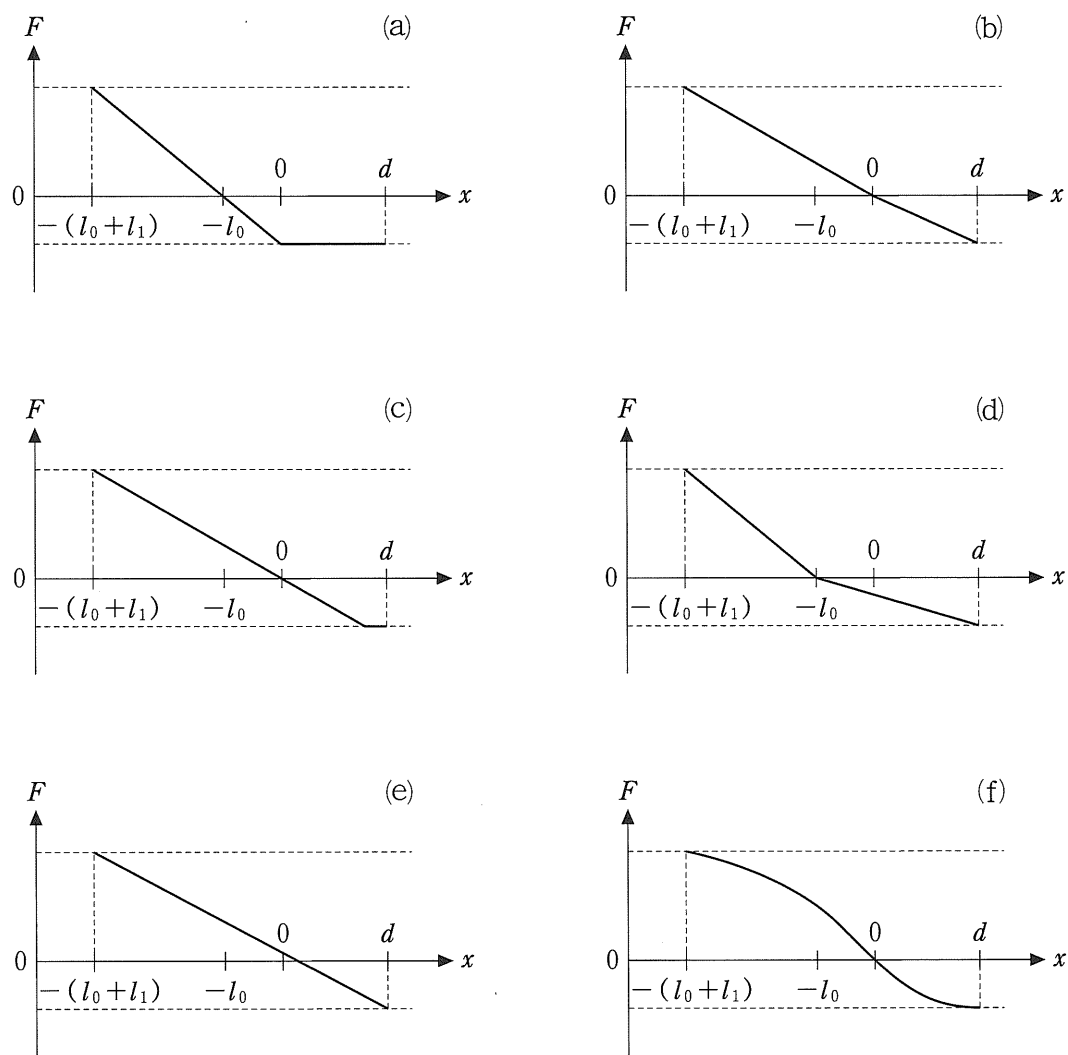


図 2—II

問 5 小物体の速さが最大となるのは、小物体がどの位置にあるときか。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(15点)

A 図3-Iのように、電気容量 C_1 , C_2 の2つのコンデンサー、抵抗値 r の抵抗、太さが一定の均質な抵抗線 AB、検流計 G、スイッチ S_1 , S_2 、起電力 V の電池からなる回路がある。抵抗線 AB の全抵抗値を R 、AO 間の抵抗値を R_0 とする。はじめにスイッチ S_1 と S_2 は開いており、両方のコンデンサーに電荷は蓄えられていない。また、回路をつないでいる導線と検流計の抵抗、および電池の内部抵抗は無視できるものとする。

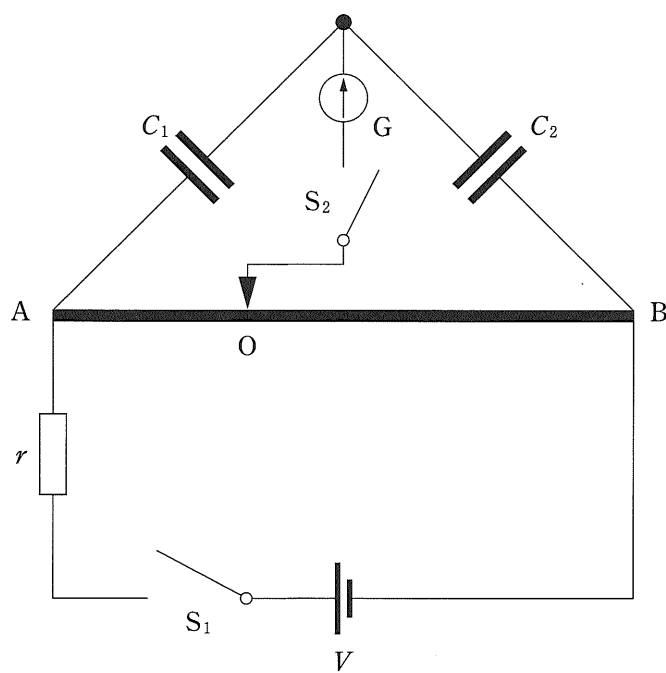


図3-I

問1 スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後に、回路に流れる電流 I を求めよ。また、このとき AO 間の電位差 V_{AO} と OB 間の電位差 V_{OB} を V , r , R , R_0 を用いて表わせ。

問2 スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後にスイッチ S_2 を閉じたところ、検流計 G の針は振れなかった。このときコンデンサーの電気容量 C_1 と C_2 の間にどのような関係がなりたつか求めよ。

B 図3—IIのように、真空中の xy 平面内の y 軸に沿って無限に長い導線があり、その導線に電流 I が y 軸の正の方向に流れている。この平面内の x の正の部分に、1辺の長さ a の正方形の1巻きコイル ABCD を置く。コイルの辺 CD を x 軸と一致させ、コイルを x の正の方向へ一定の速さ v で動かす。導線とコイルの辺 AD の間の距離を l として、以下の各問に答えよ。ただし、導線から垂直方向に x だけ離れた点に電流 I がつくる磁場の磁束密度の大きさ B は、真空中の透磁率 μ_0 を用いて、 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$ で与えられる。また、コイルの自己誘導は無視するものとする。

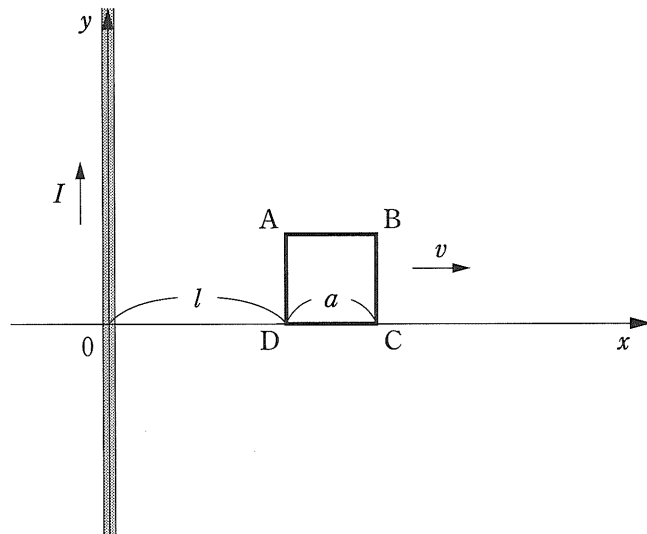


図3—II

- 問1 コイルの辺 AD の内部にあり、コイルと同じ速度で運動する電荷 $-e$ ($e > 0$) の電子が、磁場から受けるローレンツ力の大きさ F_{AD} とその向きを求めよ。
- 問2 微小時間 Δt の間にコイルを貫く磁束の変化 $\Delta\Phi$ を、辺 AD と辺 BC が横切る磁束から求めよ。ただし、磁束が増える向きを正とする。
- 問3 コイルに発生する誘導起電力の大きさ V を求めよ。また、この起動力によってコイルに流れる電流の向きを求めよ。