注意	1．右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。 2．所属を○で囲むこと。 3．前記「1．2」を守らない答案は採点されないことがある。	試験室		所属	工	知財	大学院	学生番号	—
		座席番号	—	学科(専攻)	C A R D V P W / M E K U L		科目等履修生 / 単位互換生 / 特別履修生	フリガナ	組
				年次	1 2 3 4			氏名	

<留意事項> 不正行為と見なされる行為は行わないこと。【黒板の掲示は必ず確認すること。】
また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

2015 年度 第2回 基礎学力テスト 電磁気学

空間はいずれも真空とし、その誘電率と透磁率をそれぞれ ϵ_0、μ_0 とする。解答には単位をつけること。$\surd$ や π はそのまま使用してよい。

$\boxed{1}$ 図 1 の無限長同軸円筒形導体において、内部（半径 a [m]）および外部（半径 b [m]）導体にそれぞれ単位長さ当り $\pm\lambda$ [C/m] の電荷を与えたとき、次の問に答えよ。

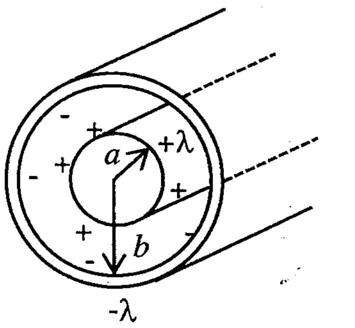


図 1 無限長同軸円筒形導体

(1) 閉曲面 S に囲まれた領域内 v に電荷 ρ [C/m^3] が存在するとき、電界 $\boldsymbol{E}$ に関するガウスの法則（積分形）を記せ。

(2) S を半径 r [m] ($a < r < b$)、長さ 1 m の円筒状閉曲面とした場合、S を貫く電界 E_r を求めよ。

(3) 両導体間の電位差 V を求めよ。

(4) 導体間の単位長当たりの静電容量 C を求めよ。

$\boxed{2}$ 図 2 に示す円柱座標系において、半径 a [m] の円柱状の一様な定常電流 I [A] が円柱の軸方向 ($+z$ 軸方向) に流れているとき、以下の問に答えよ。

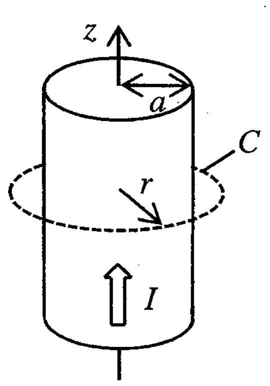


図 2 半径 a の円柱電流

(1) 半径 r の円周を閉曲線 C、C 上の磁界を $\boldsymbol{H}$、C によって囲まれる平面を S、S を貫く電流密度を $\boldsymbol{J}$ とする。$\boldsymbol{H}$ と $\boldsymbol{J}$ との間に成り立つ関係式と、その法則名を記せ。

(2) 半径が $r > a$ のとき、磁界 $\boldsymbol{H}$ の大きさと方向を求めよ。

(3) 半径が $0 < r < a$ のとき、磁界 $\boldsymbol{H}$ の大きさと方向を求めよ。

$\boxed{3}$ 図 3 のように、zx 平面内に一定速度 $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{i}v$ [m/s] で運動する可動部 AD（長さ l [m]）をもつ方形コイル ABCD がある。時刻 $t = 0$ での CD の長さを a [m] とする。このコイルが $+y$ 軸方向に一様な磁束密度 $\boldsymbol{B} = \boldsymbol{j}B$ [T] の静磁界の中に置かれているとき、以下の問に答えよ。

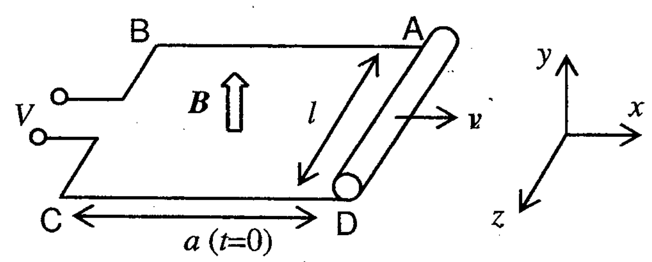


図 3 可動部をもつコイル

(1) 時刻 t でのコイル ABCD を貫く磁束 ϕ を求めよ。

(2) 磁束の変化から、コイルに誘起される起電力 V の大きさとその方向（$A \to D$ または $D \to A$）を答えよ。

(3) コイルの両端（B、C）に抵抗 R を接続したとき、コイルに流れる電流の大きさとその方向（$A \to D$ または $D \to A$）を答えよ。

注意	
	1．右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。 2．所属を○で囲むこと。 3．前記「1．2」を守らない答案は採点されないことがある。

試験室	
座席番号	―

所属	工			知財			大学院		
学科（専攻）	C	A	R	D	V	B	P	科目等履修生	単位互換生	特別履修生
	W	M	E	K	U	L				
年次	1		2	3		4				

学生番号	―
フリガナ	組
氏名	

＜留意事項＞　不正行為と見なされる行為は行わないこと。【黒板の掲示は必ず確認すること。】
また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

2015 年度　基礎力テスト　電気回路

2016 年 1 月 6 日

解答上の注意：計算および解答は２桁精度で行って良い。√記号、分数は残しても良い。

問題１．

図１の回路の合成抵抗　Rab を求めよ．ただし，R_1～R_5 の抵抗値はそれぞれ，2.0Ω，8.0Ω，3.0Ω，12Ω，6.0Ω である．

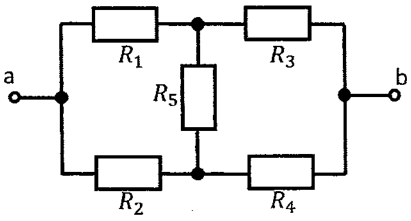


図１．問題１の回路

Rab =　　　　　　　　Ω

問題２．

図２の回路に関して，以下の問いに答えよ．

ただし，電源 E は　12 V，各抵抗は R_1 が 1.0Ω，R_2 が 4.0Ω，R_3 が 6.0Ω である．

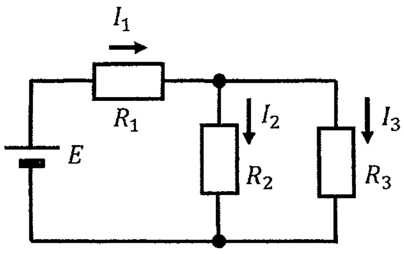


図２．問題１の回路

（１）　回路全体の合成抵抗 R を求めよ．

R =　　　　　　　　Ω

（２）　R_1 を流れる電流 I_1 を求めよ．

I_1 =　　　　　　　　A

（３）　R_2 を流れる電流 I_2 を求めよ．

I_2 =　　　　　　　　A

（４）　R_3 を流れる電流 I_3 を求めよ．

I_3 =　　　　　　　　A

問題３．

図３の回路において，有効電力と力率を求めよ．ただし，電源電圧の実効値は 100V である．

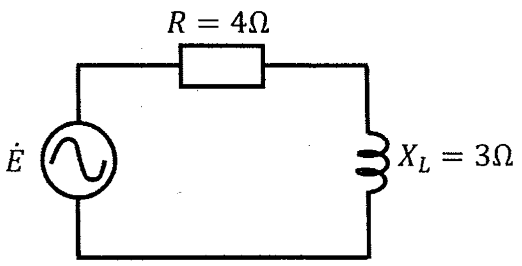


図３．問題３の回路

有効電力　　　　　　　　W

力率　　　　　　　　%

問題４．

図４の回路について，以下の問いに答えよ．

ただし，抵抗 R は 15Ω，コンデンサの容量リアクタンス X_C は 20Ω である．

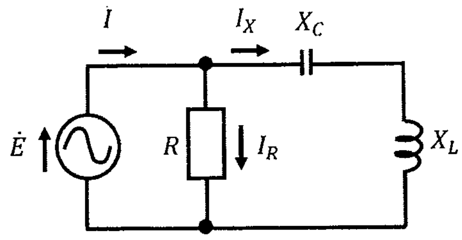


図４．問題４の回路

（１）抵抗を流れる電流 I_R を求めよ．

I_R =　　　　　　　　A

（２）電流 I は電源電圧 E よりも位相が遅れているものとして，I, I_R, I_X, E の関係をフェーザ図で示せ．

（３）電源電圧 E が 60V のとき，コンデンサを流れる電流の大きさ $|I_X|$ が 3.0A であった．このとき，I を求めよ．

I =　　　　　　　　A

（４）X_C と X_L の合成インピーダンス Z_X を求めよ．

Z_X =　　　　　　　　Ω

問題５．

図５の回路について，以下の問いに答えよ．ただし，電源の角周波数を ω とする．

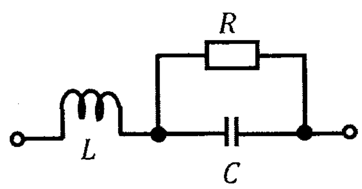


図５．問題５の回路

（１）回路の合成インピーダンス Z を求めよ．

Z =　　　　　　　　Ω

（２）回路の共振角振動数 ω_1 を求めよ．

Z =　　　　　　　　rad/s

（３）$\omega = \omega_1$ のときの回路のインピーダンス Z_1 を求めよ．

Z_1 =　　　　　　　　Ω

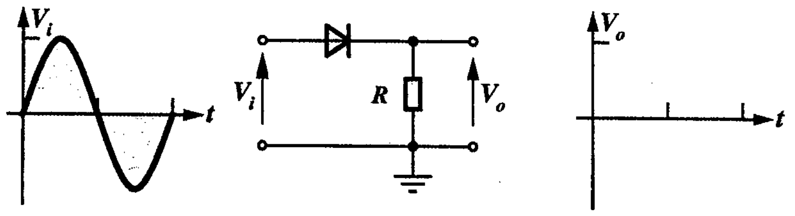
注意	1．右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。 2．所属を○で囲むこと。 3．前記「1．2」を守らない答案は採点されないことがある。	試験室		所属	工	知財	大学院	学生番号	—
		座席番号	—	学科（専攻）	C A R D V B P / W M E K U L		科目等履修生 / 単位互換生 / 特別履修生	フリガナ	組
				年次	1 2 3 4			氏名	

＜留意事項＞ **電子回路　基礎力テスト（第２回）**　2016. 1. 6.

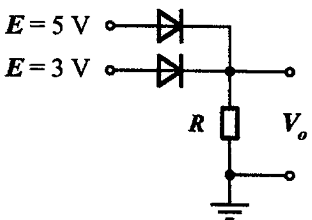
不正行為と見なされる行為は…黒板の掲示は必ず確認すること。
また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

1. 次のダイオード回路の出力電圧 V_o を求め（あるいは概略波形を描き）なさい．ただし，ダイオードは理想ダイオードとしてよい．

(1)

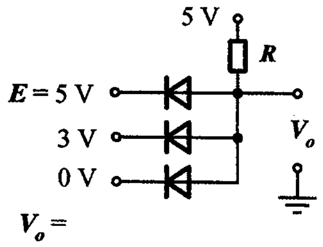


(2)



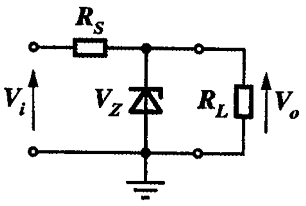
$V_o =$

(3)



$V_o =$

2. 定電圧ダイオードによる次の簡易電源回路の負荷抵抗 R_L を変えたときの出力電圧 V_o を求めなさい．



(1) $R_L = 10\ \text{k}\Omega$　$V_o =$

(2) $R_L = 1\ \text{k}\Omega$　$V_o =$

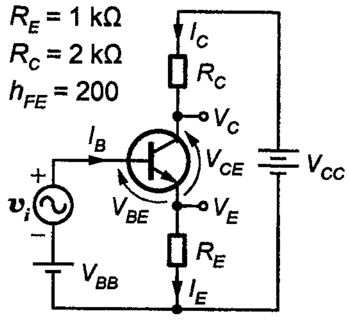
(3) $R_L = 100\ \Omega$　$V_o =$

$V_i = 12$ V
$V_Z = 6$ V
$R_S = 200\ \Omega$

（定電圧ダイオードは，逆方向の立ち上がり電圧が V_Z のダイオードと考えれば良い）

3. 図の回路に関する各問いに答えなさい．ただし，V_{BE} は 0.7 V とする．また，$I_C = I_E$ としてよい．

$V_{CC} = 12$ V
$R_E = 1$ kΩ
$R_C = 2$ kΩ
$h_{FE} = 200$

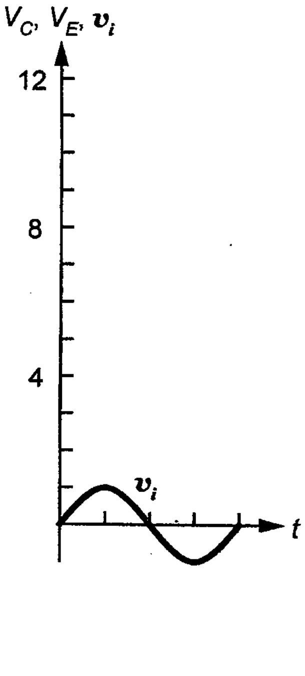


(1) 直流動作点でのコレクタ電流 I_C が 2 mA のとき，エミッタの電位 V_E を求めなさい．

(2) ベースバイアス電圧 V_{BB} を求めなさい．

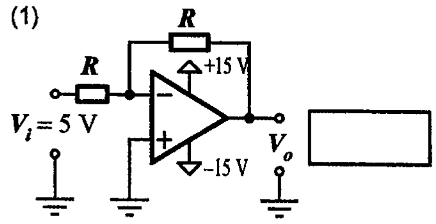
(3) コレクタ電圧 V_C を求めなさい．

(4) 入力電圧 v_i が，右図に示すような振幅 1 V の正弦波であるとき，V_E と V_C の電圧の時間波形を右に描きなさい．

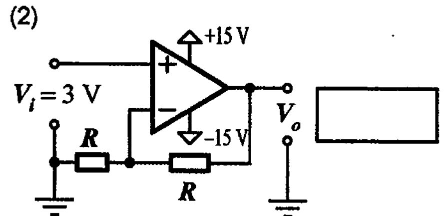


4. 演算増幅器を用いた次の回路で，V_i が与えられているものは出力電圧 V_o を求め，そうでないものは入力電圧 V_i に対する出力電圧を図示しなさい．ただし，演算増幅器の増幅度は非常に大きいものとし，入出力電圧が -15 V から +15 V の間で応答するものとする．

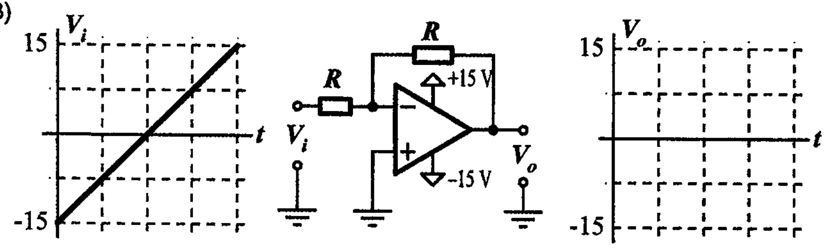
(1)



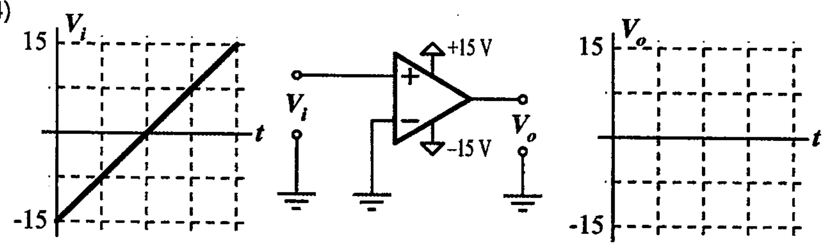
(2)



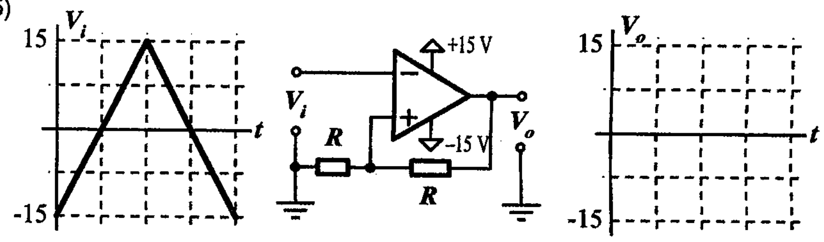
(3)



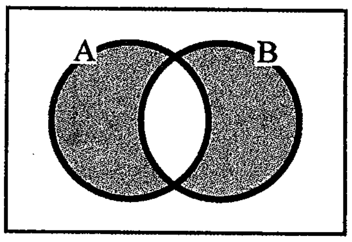
(4)



(5)



5. 下のベン図に対応する真理値表を書き，以下の問いに答えなさい．



A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(1)　X の論理式を積和型で表しなさい．　(2)　X の論理式を和積型で表しなさい．

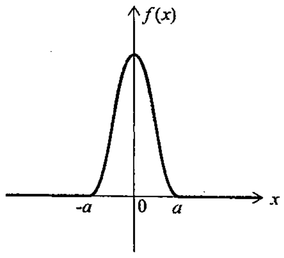
(3)　X の機能を NOT, AND および OR ゲートを使って実現しなさい．

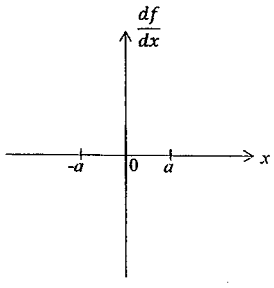
(4)　X の機能を NAND ゲートだけを使って実現しなさい．

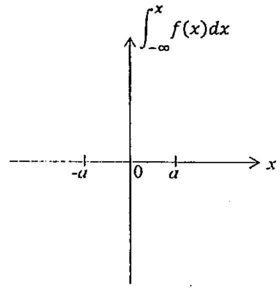
注意	1．右の欄を黒か青のインク又はボールペンで正確に書くこと。 2．所属を○で囲むこと。 3．前記「1．2」を守らない答案は採点されないことがある。	試験室		所属	工	知財	大学院	学生番号	—
		座席番号	—	学科(専攻)	C A R D V B P W M E K U L	科目等履修生 / 単位互換生 / 特別履修生		フリガナ	組
				年次	1 2 3 4			氏名	

＜留意事項＞　不正行為と見なされる行為は行わないこと。【黒板の掲示は必ず確認すること。】
また、試験中の途中退室は認めない。試験終了後、解答および問題用紙の回収が終了し、試験監督者の許可が出るまで、席を立たないこと。

1. 左の図に示す関数 $f(x)$ の導関数，および積分して得られた関数のグラフを右の図中に描き込め．形の特徴をとらえていることを重視する．なお，積分に関しては定積分の下限値に注意せよ．





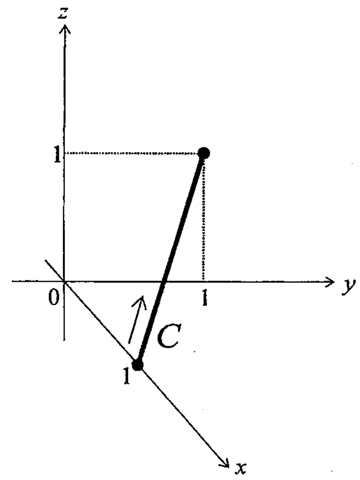


2. ベクトル場 $\boldsymbol{A}(x, y, z)$ が以下のように与えられている．空欄に適切な式を記入しながら，図のような経路 C についての接線線積分 I を求めよ．($\boldsymbol{i}$, $\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{k}$ はそれぞれ x, y, z 方向の単位ベクトルを表す)

$$\boldsymbol{A}(x,y,z) = 2xy\boldsymbol{i} + yz\boldsymbol{j} + 3zx\boldsymbol{k}$$

$$I = \int_C \boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{s}$$

C = {点 (1, 0, 0) から点 (0, 1, 1) に向かう線分}



(1) C 上での x, y, z を媒介変数 t を用いて表すことにする．t が経路 C 上で 0 から 1 まで変化するように選ぶなら，x, y, z は以下のように表される．

$$x = [\qquad\qquad],\quad y = t,\quad z = t$$

(2) 線要素ベクトル $d\boldsymbol{s} = \boldsymbol{i}dx + \boldsymbol{j}dy + \boldsymbol{k}dz$ を t を用いて表す．

$dx = -dt,\ dy = [\qquad\qquad],\ dz = dt$ と表されるので，$d\boldsymbol{s} = [\qquad\qquad\qquad]\,dt$

(3) (1)(2) を利用して，被積分関数 $\boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{s}$ を以下のように t を用いて表すことができる．

$$\boldsymbol{A}\cdot d\boldsymbol{s} = [\qquad\qquad\qquad\qquad]dt$$

(4) 以上を利用して I を求めると以下のようになる．

$$I = \int_0^1 [(3)\text{の答え}]dt = [\qquad\qquad\qquad\qquad]$$

3. ∇はナブラと呼ばれ，デカルト座標系では次のように定義されている．以下の表内の空欄に適切な語句および記号を記入して表を完成させよ．f はスカラー場，$\boldsymbol{A}$ はベクトル場を表す．また，$\boldsymbol{i}$, $\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{k}$ はそれぞれ x, y, z 方向の単位ベクトルを表す．

$$\nabla = \boldsymbol{i}\frac{\partial}{\partial x} + \boldsymbol{j}\frac{\partial}{\partial y} + \boldsymbol{k}\frac{\partial}{\partial z}$$

	表記法 1	表記法 2	呼称	選択肢 a〜d から適したものを選べ(複数回答可)
演算 1	grad f	∇f		
演算 2	div $\boldsymbol{A}$		発散	
演算 3		$\nabla\times\boldsymbol{A}$		

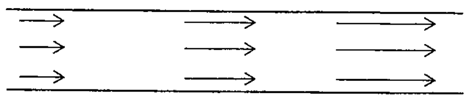
a. 位置エネルギーに対してこの演算を行った結果は，重力に比例する．

b. 一般に静電界に対してこの演算を行うと 0 となる．

c. 下図のように，断面積一定の直管内に空気が流れている．矢印で示される空気の流速はベクトル場である．原因は不明であるが空気は加速している．このような速度ベクトル場に対しこの演算を実行すると，正の値が算出される．

d. 下図のベクトル場に対してこの演算を実行すると，0 となりそうである．

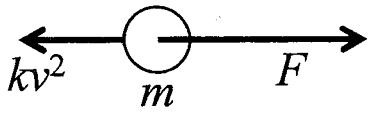
e. ベクトル場の一周線積分が 0 でないということは，この閉曲線を縁とする面内で，このベクトル場に対するこの演算の結果が一定値 0 ではないことを意味する．



裏に続く

4. 下図のように，一定の力 F を受けて質量 m の物体が空気中で加速されている．物体の速度が v のとき物体は大きさ kv^2 の空気抵抗を受けるとする（k は正の定数）．v は以下の微分方程式に従う．

$$m\frac{dv}{dt} = F - kv^2 \qquad \text{(E1)}$$



時刻 $t<0$ で物体は静止しており，$t=0$ となった時点で力 F が作用し始めるとする．v を時間の関数として求めたい．

(1) 空欄に適切な式を記入し，微分方程式を解け．

まず，式 E1 を以下のように変形する．

$$m\frac{dv}{F-kv^2} = dt$$

これを整理して，下式を得る．

$$\frac{dv}{\left(v-\boxed{}\right)\left(v+\boxed{}\right)} = \boxed{}\,dt$$

上式の右辺を以下のように部分分数に展開すると，積分が容易になる．

$$\left(\frac{1}{\boxed{}} - \frac{1}{v+\boxed{}}\right)dv = \boxed{}\,dt$$

積分を実行すると，以下のようになる．ただし，C は積分定数である．

$$\log\left|\frac{v-\sqrt{\frac{F}{k}}}{\boxed{}}\right| = \boxed{}\,t + C$$

上式は，以下のように変形することができる．ただし，$C' = \pm e^c$ である．

$$\frac{v-\sqrt{\frac{F}{k}}}{\boxed{}} = \pm e^C exp\left(\boxed{}\,t\right) = C' exp\left(\boxed{}\,t\right)$$

v について解くと，下式となる．

$$v = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}\sqrt{\frac{F}{k}}$$

初期条件から C' を求めると，以下のようになる．

$$C' = \boxed{}$$

(2) 十分に長い時間が経過したときの v はいかなる値となるか．

$$v = \boxed{}$$

以上