

令和6年度 一般選抜(後期)問題

理 科

試験開始の指示があるまで、問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

- 3科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
- 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。
- 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
- 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

注 意 事 項

- 試験開始の指示があるまで、筆記用具を持ってはならない。
- 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。
これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
- 物理では、1ページ～16ページで、解答番号は

1

 ～

28

 である。
化学では、17ページ～33ページで、解答番号は

1

 ～

35

 である。
生物では、34ページ～46ページで、解答番号は

1

 ～

29

 である。
- 解答は指示された解答番号にしたがって解答用紙の解答欄にマークすること。
- 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
- 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
- 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
- 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
- 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
- 試験終了の指示の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「MC0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MC	0	1	2	3
●	○	○	○	○
○	●	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

フリガナ	ニッポン	ハナコ
氏名	日本花子	

- 注意事項**
- 黒鉛筆(HB、B、2B)またはシャープペンシル(2B)を使用すること。
 - マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。
 - 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。
- ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点されないことがある。

●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
良い例						悪い例					

- 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
- 受験番号欄と解答欄では、○の位置が異なるので注意する。
- マークは黒鉛筆(HB、B、2B)またはシャープペンシル(2B)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
- マークを消す場合には、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
- 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
- 所定の欄以外には何も記入しない。

問題訂正

物理

1 3 ページ 問2 1 行目

誤： … 壁に衝突する条件は $v < \boxed{3} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ である。…

正： … 壁に衝突するためには $v < \boxed{3} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ を満たす必要がある。…

2 9 ページ 問4 6 行目

誤： り，光の波長(色)によってその値がわずかに異なるため …

正： り，光の波長が長いほど β の値が大きいため …

化学

2 26 ページ 問4 実験Ⅱ 1 行目

誤： 白金電極(Pt)の両端に …

正： 2つの白金電極(Pt)の間に …

物 理

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6	7
---	---

 と表示してある問題に対して、計算等から得られた数字をマークする場合には、次の例に従う。

例：38 と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	①	②		④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦		⑨	⑩

2. 答えの値は、枠に合わせて四捨五入すること。
3. 分数形で解答する場合には、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。

1 次の文章を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。

水平な床面からの高さが h の位置で質点を水平方向に速さ v で打ち出した。打ち出した点の真下の床面上に原点 O 、質点の初速度の向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとる。 $x = L$ の位置には鉛直に伸びた壁がある。質点は床面の点 A に落下してはねかえった後、壁面の点 B ではねかえった。質点は壁と衝突後も上昇を続け、点 C を通過した直後に下降しはじめ、床面の点 D に到達した。この間の質点の軌道を図1に破線で示す。床と質点、壁と質点との間の反発係数は共に e ($0 < e \leq 1$) である。質点を打ち出した時刻を 0 とし、重力加速度の大きさを g とする。ただし、質点は打ち出されてから D に到達するまで常に xy 平面を運動したものとす。また、床と質点、壁と質点の間の摩擦は共にないものとする。

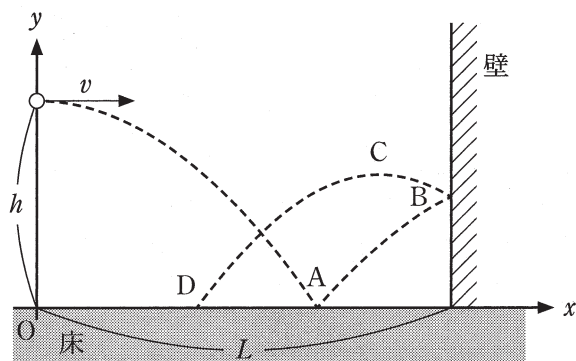


図1

問1 質点が A に落下する時刻 t_0 は である。また B に衝突する時刻 t_1 は である。

, に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- ② $\sqrt{\frac{h}{2g}}$
- ③ $\sqrt{\frac{2h}{g}}$
- ④ $\frac{h}{v}$
- ⑤ $\frac{h}{2v}$
- ⑥ $\frac{2h}{v}$
- ⑦ $\frac{L}{v}$
- ⑧ $\frac{L}{2v}$
- ⑨ $\frac{2L}{v}$

問 2 質点が1回床に落下した後で壁に衝突する条件は $v < \boxed{3} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ である。また、質点が壁に衝突した後に、さらに上昇するためには $v > \boxed{4} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ を満たす必要がある。

$\boxed{3}$, $\boxed{4}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 1 ② 2 ③ $\frac{1}{2}$ ④ $(1+e)$ ⑤ $(1-e)$
⑥ $\frac{1}{1+e}$ ⑦ $\frac{1}{1-e}$ ⑧ $(1+2e)$ ⑨ $(1-2e)$

問 3 質点がCに到達する時刻 t_2 は $\boxed{5} \sqrt{\frac{2h}{g}}$ である。

$\boxed{5}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ $\frac{1}{2}$ ④ $(1+e)$ ⑤ $(1-e)$
⑥ $\frac{1}{1+e}$ ⑦ $\frac{1}{1-e}$ ⑧ $(1+2e)$ ⑨ $(1-2e)$

問 4 C の y 座標は h である。

に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① e ② e^2 ③ $(1-e)$ ④ $(1-e^2)$ ⑤ $(1-2e)$
⑥ $(1-2e^2)$ ⑦ $\frac{1}{1+e}$ ⑧ $\frac{1}{1+2e}$ ⑨ $\frac{1}{1+e^2}$

問 5 質点が D に落下する時刻 t_3 は $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ である。

に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 1 ② e ③ e^2 ④ $(1+e)$ ⑤ $(1-e)$
⑥ $\frac{1}{1+e}$ ⑦ $\frac{1}{1-e}$ ⑧ $(1+2e)$ ⑨ $(1-2e)$

問 6 D が 0 と一致するとき、 $v = \boxed{8} L \sqrt{\frac{g}{2h}}$ が成り立つ。ただし、問 2 の条件から、反発係数は $e > \boxed{9}$ を満たす必要がある。

(1) $\boxed{8}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{1}{1+e}$ ② $\frac{e}{1+e}$ ③ $\frac{1}{1+e^2}$ ④ $\frac{e}{1+e^2}$ ⑤ $\frac{2}{1+2e}$
 ⑥ $\frac{e}{1+2e}$ ⑦ $\frac{1}{e+e^2}$ ⑧ $\frac{1}{e+2e^2}$ ⑨ $\frac{1+e}{e+2e^2}$

(2) $\boxed{9}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{\sqrt{2}}{5}$ ② $\frac{2\sqrt{2}}{5}$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{4}$ ④ $\frac{\sqrt{2}}{3}$ ⑤ $\frac{\sqrt{2}}{2}$
 ⑥ $\frac{2\sqrt{3}}{5}$ ⑦ $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ⑧ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ⑨ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

2 次の文章を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。

光の屈折について考える。空気の屈折率は1とする。

問1 単色光が空気中から屈折率 n の媒質に入射するとき、空気中での光の速さを c とすると、媒質中での光の速さは(ア)である。単色光の入射角を i 、屈折角を r とすると、屈折の法則から $n =$ (イ) である(図1)。

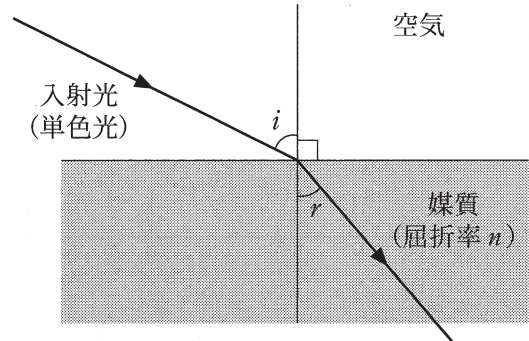


図1

(ア)、(イ)に入る組合せとして最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

10

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	$\frac{c}{n-1}$	$\frac{c}{n-1}$	$\frac{c}{n-1}$	$\frac{c}{n}$	$\frac{c}{n}$	$\frac{c}{n}$	nc	nc	nc
イ	$\frac{\cos i}{\cos r}$	$\frac{\sin i}{\sin r}$	$\frac{\tan i}{\tan r}$	$\frac{\cos i}{\cos r}$	$\frac{\sin i}{\sin r}$	$\frac{\tan i}{\tan r}$	$\frac{\cos i}{\cos r}$	$\frac{\sin i}{\sin r}$	$\frac{\tan i}{\tan r}$

問 2 白色光を空気中からプリズムに通すと、連続的に分かれた可視光のスペクトルが観察される。これは、光の波長(色)によって媒質中の屈折率が異なるからである。この現象を光の分散という。空気中からプリズムに入射して分散した白色光のうち、赤い光と青い光を図2に示す。空気中からプリズムに入射したときの赤い光の屈折角と青い光の屈折角を比較すると、小さいのは(ウ)い光の屈折角である。このことと問1の結果を用いると、プリズムの屈折率は(エ)い光のほうが大きい。また、プリズム中の速さは(オ)い光のほうが速い。

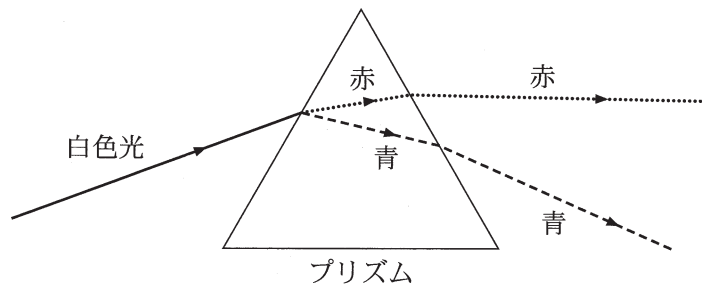


図 2

(ウ), (エ), (オ)に入る組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちから1つ選べ。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ウ	赤	赤	赤	赤	青	青	青	青
エ	赤	赤	青	青	赤	赤	青	青
オ	赤	青	赤	青	赤	青	赤	青

問 3 太陽光線が水滴に入射すると、光の分散によって赤から紫までの連続的な波長の光に分かれる。これにより虹が生じる。図 3 のように、空気中に浮かんだ水滴に入射した太陽光線が、空気と水滴の境界で「屈折→反射→再び屈折」という順で水滴内を透過する状況を考える。はじめの屈折が起こる点を P、反射が起こる点を Q、再び屈折が起こる点を R とする。ここでは、太陽光線に含まれる光のうち、ある波長の光だけを考える。水滴の形状は球形で、中心を O とし、内部は一様であるものとする。図 3 は O を通る平面で切った水滴の断面である。なお、O、P、Q、R は同一平面上にある。

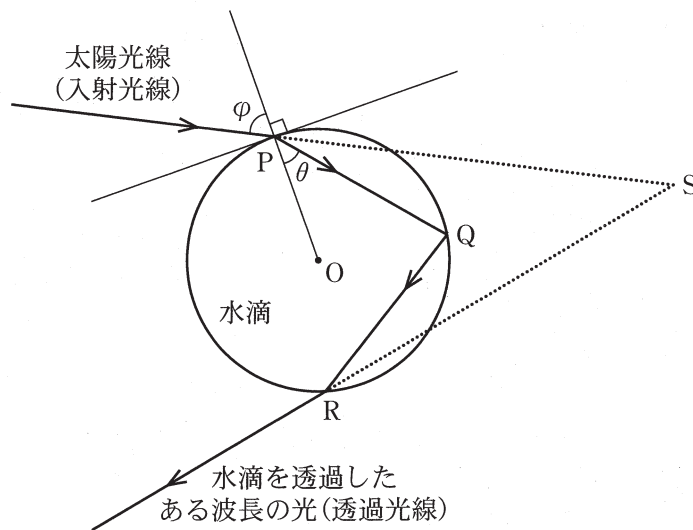


図 3

(1) P における入射角を ϕ 、屈折角を θ とするとき、 $\angle PQR =$ 12 である。

12 に入る最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ① ϕ ② θ ③ 2ϕ ④ 2θ ⑤ $\phi - \theta$
- ⑥ $\phi + \theta$ ⑦ $180^\circ - \phi$ ⑧ $180^\circ - \theta$ ⑨ $180^\circ - 2\phi$ ⑩ $180^\circ - 2\theta$

(2) 図 3 において、入射光線を延長した直線と透過光線を延長した直線との交点を S とするとき、 $\angle PSR =$ 13 である。

13 に入る最も適切なものを、次の①～⑩のうちから 1 つ選べ。

- ① $2\theta - \phi$ ② $2\theta + \phi$ ③ $4\theta - 2\phi$
- ④ $4\theta + 2\phi$ ⑤ $180^\circ - \theta - \phi$ ⑥ $180^\circ - \theta + \phi$
- ⑦ $180^\circ - 2\theta - \phi$ ⑧ $180^\circ - 2\theta + \phi$ ⑨ $180^\circ - 4\theta - 2\phi$
- ⑩ $180^\circ - 4\theta + 2\phi$

以下では、問3のように水滴内を透過した太陽光線によって生じた虹を、地上にいる観測者が見る場合を考える。

問4 図4に示すように、観測者は太陽が真後ろにくるように立ち、大きさ α の角度で空を見上げるものとする。水滴に入射した太陽光線は水滴内で分散し、観測者の目に届く。入射した太陽光線と、観測者の目に入る光とがなす角は、図3の $\angle PSR$ (大きさ β とする)に等しい。太陽光線が水滴に入射する位置によって β は様々な値をとりうるが、ここでは水滴を透過する光の強度が最大になるような場合のみを考える。その場合の β の値は 42° 付近であり、光の波長(色)によってその値がわずかに異なるため、観測者には虹として見える。

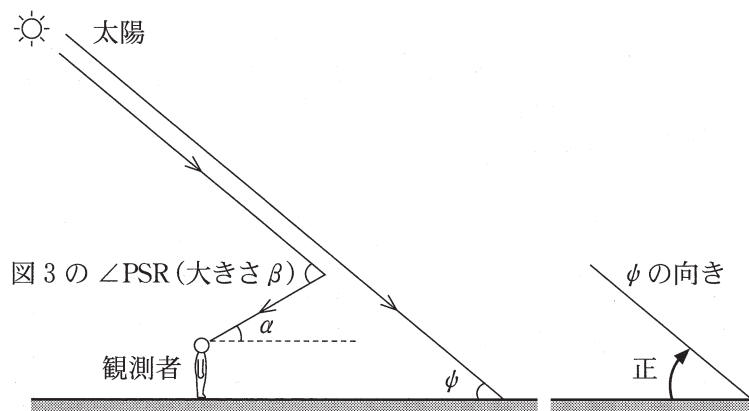


図4

赤い光と青い光を比較すると、赤い光のほうが β が(カ)ので、 α は(キ)なる。よって、虹のリングの(ク)側は赤く見える。

(カ), (キ), (ク)に入る組合せとして最も適切なものを、次の①~⑧のうちから1つ選べ。 14

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
カ	小さい	小さい	小さい	小さい	大きい	大きい	大きい	大きい
キ	小さく	小さく	大きく	大きく	小さく	小さく	大きく	大きく
ク	内	外	内	外	内	外	内	外

問 5 太陽の高度角(太陽光線と地面がなす角)を ϕ とする。 ϕ は図4に示す方向を正にとる。ここでは、太陽を真後ろにして空を見上げたときに虹が見えるための ϕ の条件(条件Xとする)を考える。ただし、条件X以外の虹ができるための条件(空気中の水滴の量, 太陽光の強さ, 太陽光を遮へいする建物は存在しないこと, など)はすべて満たされているものとする。

まず、 α は、 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ の範囲にあるとする。 α を ϕ と β で表すと、この条件は $0^\circ < (\text{ケ}) < 90^\circ$ と書ける。

次に、考えうる ϕ の値の範囲は $-90^\circ < \phi < 90^\circ$ であるが、 $\phi \leq 0^\circ$ の時刻においては、太陽が昇っていない(夜である)ので考えないものとする。また、実際の β の値は 42° 付近であることも考慮すると、条件Xを ϕ の値の範囲で表した式は、 $(\text{コ}) < \phi < (\text{サ})$ となる。

(ケ), (コ), (サ)に入る組合せとして最も適切なものを、次の①~⑩のうちから1つ選べ。

15

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
ケ	$\beta - \phi$	$\beta - \phi$	$\beta - \phi$	$\beta - \phi$	$\beta - \phi$	$\phi - \beta$	$\phi - \beta$	$\phi - \beta$	$\phi - \beta$	$\phi - \beta$
コ	0°	0°	0°	β	β	0°	0°	0°	β	β
サ	β	$90^\circ - \beta$	90°	$90^\circ - \beta$	90°	β	$90^\circ - \beta$	90°	$90^\circ - \beta$	90°

問 6 図 5 と図 6 は、埼玉医科大学付近(東経 139.31 度, 北緯 35.94 度)における, 夏のある一日と冬のある一日の太陽の高度角 ϕ の推移をグラフにしたものである。ここでは, $\beta = 40^\circ$ として考えよ。光の波長(色)の違いによる β の違いは考えなくてよい。

図 5 は(シ)のある一日における ϕ のグラフである。また, 問 5 の条件 X(下線部)に関する次の 3 つの文(A), (B), (C)のうち, 正しい文は(ス)である。

- (A) 夏の 14:00 における ϕ は条件 X を満たしている。
- (B) 日の出から日の入りまでの間, 夏と冬のどちらにも ϕ が条件 X を満たさない時間帯が存在する。
- (C) ϕ が条件 X を満たす時間を 24 時間で合計すると, 夏よりも冬のほうが長い。

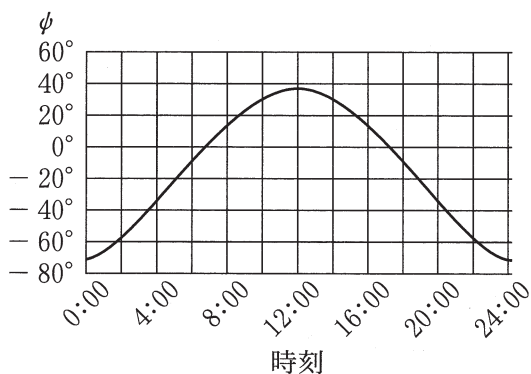


図 5

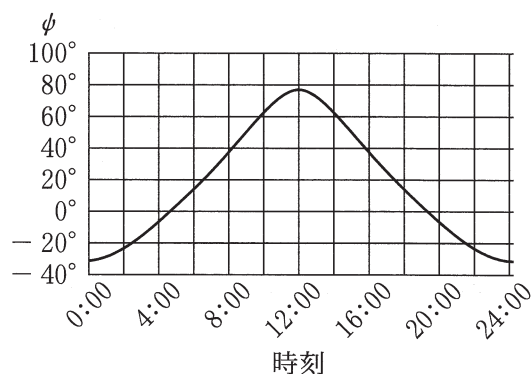


図 6

(シ), (ス)に入る組合せとして最も適切なものを, 次の①~⑥のうちから 1 つ選べ。

16

	①	②	③	④	⑤	⑥
シ	夏	夏	夏	冬	冬	冬
ス	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)

3 次の文章を読み、後の問い(問1～8)に答えよ。

[1]

図1のように、抵抗値 R の抵抗、自己インダクタンス L のコイル、電気容量 C のコンデンサーをつなぎ、角周波数 ω の交流電圧を加えた。コイル、コンデンサーを流れる電流をそれぞれ I_L 、 I_C とし、矢印の向きを電流の正の向きとする。また、電位の基準を点 b にとる。

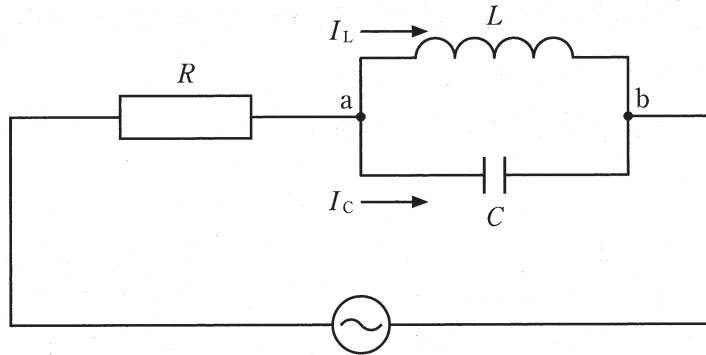


図1

問1 点 a での電位 V_a を測定したところ、 V_0 を定数として時間 t とともに $V_a = V_0 \cos \omega t$ のように変化した。このとき、コイルを流れる電流の時間変化は $I_L = \boxed{17}$ 、コンデンサーを流れる電流の時間変化は $I_C = \boxed{18}$ と表せる。

(1) $\boxed{17}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- | | | |
|---|--|---|
| ① $-\frac{V_0}{\omega L} \sin \omega t$ | ② $\frac{V_0}{\omega L} \sin \omega t$ | ③ $-\frac{V_0}{\omega L} \cos \omega t$ |
| ④ $\frac{V_0}{\omega L} \cos \omega t$ | ⑤ $-\omega L V_0 \sin \omega t$ | ⑥ $\omega L V_0 \sin \omega t$ |
| ⑦ $-\omega L V_0 \cos \omega t$ | ⑧ $\omega L V_0 \cos \omega t$ | |

(2) $\boxed{18}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- | | | |
|---|--|---|
| ① $-\frac{V_0}{\omega C} \sin \omega t$ | ② $\frac{V_0}{\omega C} \sin \omega t$ | ③ $-\frac{V_0}{\omega C} \cos \omega t$ |
| ④ $\frac{V_0}{\omega C} \cos \omega t$ | ⑤ $-\omega C V_0 \sin \omega t$ | ⑥ $\omega C V_0 \sin \omega t$ |
| ⑦ $-\omega C V_0 \cos \omega t$ | ⑧ $\omega C V_0 \cos \omega t$ | |

問 2 抵抗で消費される電力の 1 周期あたりの平均値は $\boxed{19}$ RV_0^2 である。

$\boxed{19}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2$ ② $\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\omega L} + \omega C\right)^2$ ③ $\frac{1}{2}\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$
④ $\frac{1}{2}\left(\omega L + \frac{1}{\omega C}\right)^2$ ⑤ $\left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2$ ⑥ $\left(\frac{1}{\omega L} + \omega C\right)^2$
⑦ $\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$ ⑧ $\left(\omega L + \frac{1}{\omega C}\right)^2$

問 3 $\omega^2 CL > 1$ が成り立つとき、コイルとコンデンサーに蓄えられているエネルギーの合計の最大値は $\boxed{20}$ V_0^2 である。

$\boxed{20}$ に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{1}{4} C$ ② $\frac{1}{4\omega^2 L}$ ③ $\frac{1}{4} C\left(1 + \frac{1}{\omega^2 CL}\right)$
④ $\frac{1}{4} C\left(1 - \frac{1}{\omega^2 CL}\right)$ ⑤ $\frac{1}{2} C$ ⑥ $\frac{1}{2\omega^2 L}$
⑦ $\frac{1}{2} C\left(1 + \frac{1}{\omega^2 CL}\right)$ ⑧ $\frac{1}{2} C\left(1 - \frac{1}{\omega^2 CL}\right)$

[2]

図2のように、起電力12Vの電池、 8Ω の抵抗、自己インダクタンス20mHのコイル、電気容量 $2\mu\text{F}$ のコンデンサーおよびスイッチSを接続した回路がある。はじめ、Sは開いており、コンデンサーには電荷がないものとする。コイル、コンデンサーを流れる電流をそれぞれ I_L 、 I_C とし、矢印の向きを電流の正の向きとする。また、電位の基準を点bにとる。

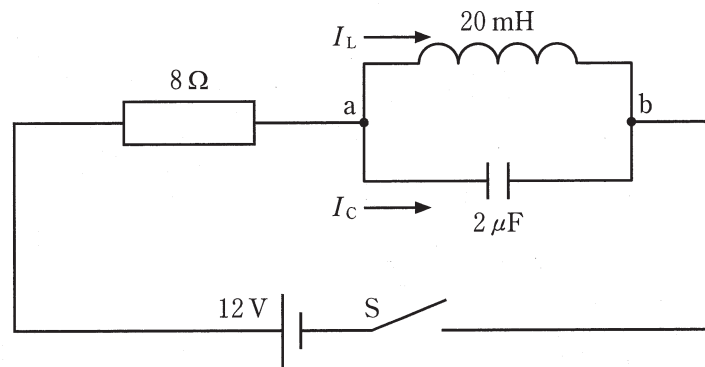


図2

まず、Sを閉じた。

問4 この瞬間の I_L 、 I_C の値は、 $I_L =$ [A]、 $I_C =$ [A]である。

、に入る最も適切なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 0 ② 0.5 ③ 1 ④ 1.5 ⑤ 2

十分に時間が経過して I_L , I_C の値が一定になった後, S を開いたところ, 回路には電気振動が生じた。ただし, 電気振動によって発生する電磁波は無視できるものとする。

問 5 S を開いた瞬間の I_L , I_C の値は, $I_L = \boxed{23}$ [A], $I_C = \boxed{24}$ [A] である。

$\boxed{23}$, $\boxed{24}$ に入る最も適切なものを, 次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① -2 ② -1.5 ③ -1 ④ -0.5 ⑤ 0
⑥ 0.5 ⑦ 1 ⑧ 1.5 ⑨ 2

問 6 電気振動の周期 T は, $T = \boxed{25}$ [s] である。

$\boxed{25}$ に入る最も適切なものを, 次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① 2×10^{-4} ② 4×10^{-4} ③ $2\pi \times 10^{-4}$ ④ $4\pi \times 10^{-4}$
⑤ 2×10^{-2} ⑥ 4×10^{-2} ⑦ $2\pi \times 10^{-2}$ ⑧ $4\pi \times 10^{-2}$

問 7 コイルに蓄えられるエネルギーの最大値は [J]である。

に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① 2.25×10^{-3} ② 4×10^{-3} ③ 4.5×10^{-3} ④ 8×10^{-3}
⑤ 2.25×10^{-2} ⑥ 4×10^{-2} ⑦ 4.5×10^{-2} ⑧ 8×10^{-2}

問 8 Sを開いた時刻を $t = 0$ s とする。点 a の電位が最初に最大になるのは $t =$ T
のときで、電位の最大値は [V]である。

(1) に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① 0 ② $\frac{1}{8}$ ③ $\frac{1}{4}$ ④ $\frac{3}{8}$ ⑤ $\frac{1}{2}$ ⑥ $\frac{5}{8}$ ⑦ $\frac{3}{4}$ ⑧ $\frac{7}{8}$

(2) に入る最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① 4 ② 8 ③ 12 ④ 16 ⑤ 36 ⑥ 64 ⑦ 120 ⑧ 150

