

令和 2 年 度

試 験 問 題

理 科

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験科目、ページ、解答用紙数および選択方法は下表のとおりである。

科 目	ページ	解答用紙数	選 択 方 法
化 学	1 ~ 11	3 枚	左の3科目のうちから 2科目を選択せよ。
生 物	12 ~ 31	2 枚	
物 理	32 ~ 43	3 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない科目を含む全解答用紙(8枚)に受験番号と選択科目を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 選択科目記入欄に選択する2科目を○印で示せ。

上記①, ②の記入がないものおよび3科目を選択または1科目のみを選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

令和2年度奈良県立医科大学後期日程試験

理科（物理）入試問題『解答例』

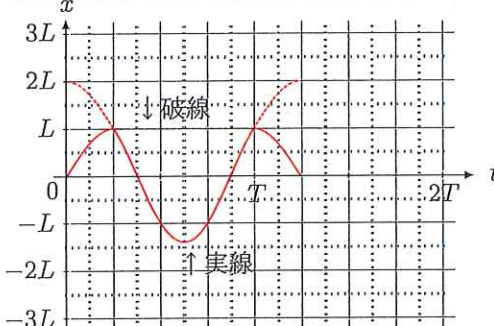
*1 『解答例』は解答の一例を示したもので、採点にあたっては、その他も含め慎重に対処します。

*2 『解答例』についての質問、照会には一切回答しません。

【1】

(1-1) $a_2 > a_3 > a_1$	(1-2) $a_2 > a_3 > a_1$	(1-3) $a_2 = a_3 > a_1$	(1-4) $b_1 = b_2 > b_3$
(1-5) $b_2 > b_1 > b_3$	(1-6) $\frac{L}{2}$	(1-7) $2L$	(1-8) $c_2 > c_3 > c_1$
(1-9) $c_1 = c_3 > c_2$	(1-10) $\frac{Q}{2\sqrt{LC}}$	(1-11) $2L$	(1-12) $\frac{C}{2}$

【2】

(2-1) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	(2-2) $\sqrt{\frac{k}{m}}L$ or $\frac{2\pi}{T}L$	(2-3) $\frac{T}{4}$	(2-4) L
(2-5) $-\sqrt{\frac{k}{m}}L$ or $-\frac{2\pi}{T}L$	(2-6) 0	(2-7) $\sqrt{2}L$	(2-8) T
(2-9) $\frac{5T}{4}$	(2-10) 		
(2-11) \wedge			

【3】

(3-1) $\frac{2d}{\cos\theta}$	(3-2) $2d \tan\theta \sin\theta$	(3-3) $2d \cos\theta$	(3-4) イ
(3-5) $\frac{\lambda}{4}$	(3-6) 6.3×10^{-7}		

【4】

(4-1) $\frac{2m_A}{m + m_A}$	(4-2) $\frac{2m_A}{m' + m_A}$	(4-3) 1.2	(4-4) 中性子
(4-5) ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow \text{n} + {}^{12}_6\text{C}$ or ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{C}$			

<訂正>

備考：試験実施中における主な訂正・補足

大問【1】 3 2 頁 図1の下に下線部を補足

… 流れる電流の大きさを比べたとき、その大小関係は、

3 3 頁上から1行目に下線部を補足

… 電荷の蓄えられていない電気容量 C [F] の…

3 4 頁上から6行目に下線部を補足

… コンデンサーの両端電圧 V の…

大問【3】 4 1 頁上から2行目に下線部を補足

…、最初に最も暗くなるのは…

物 理

【1】 以下の の中に適当な数または式を記入せよ。回路 (a), (b), (c) についての大小関係は, $a > b > c$, $b = c > a$ のように大きいものから順に表すものとする。また, 必要な計算等を解答用紙余白で行え。採点の参考にする。

I) 図1は, 起電力 E [V] の電池, 自己インダクタンス L [H] のコイル, 抵抗値 R [Ω] の抵抗を組み合わせて構成した3つの回路 (a1), (a2), (a3) を示す。

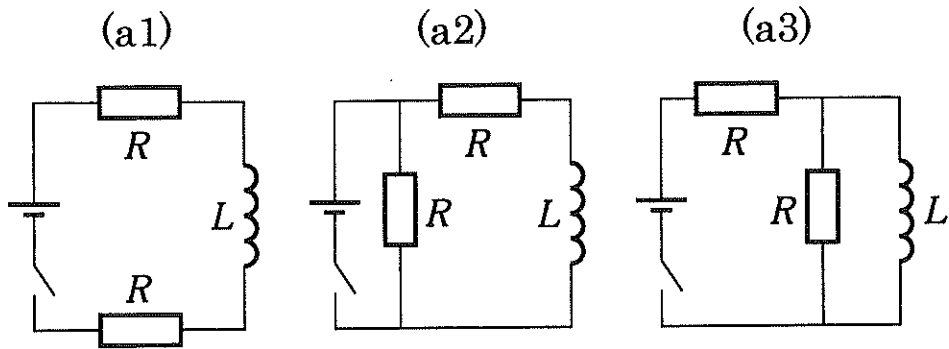


図1

3つの回路について, スイッチを入れた直後に電池に流れる電流の大小関係は,

$(1 \cdot 1)$

と表される。

十分時間が経過したあとで, 電池に流れる電流の大小関係は

$(1 \cdot 2)$

であり, コイルに流れる電流の大小関係は

$(1 \cdot 3)$

である。

II) 図2は、起電力 E [V] の電池、自己インダクタンス L [H] のコイル、電気容量 C [F] のコンデンサー1つもしくは2つを組み合わせて構成した3つの回路 (b1), (b2), (b3) を示す。

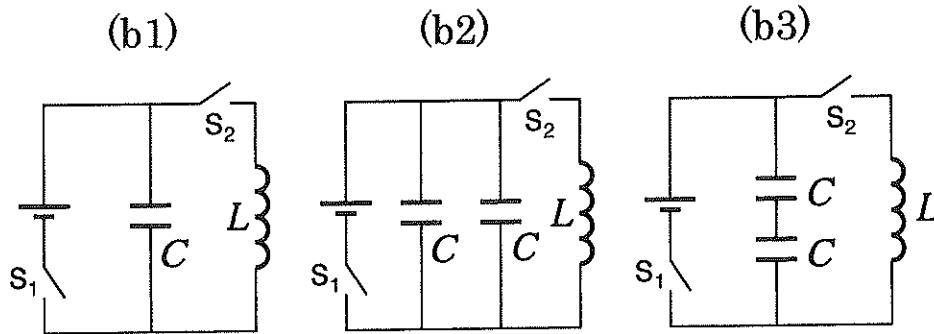


図2

スイッチ S_2 を切ったまま、スイッチ S_1 を入れた。十分時間が経過したあとでコンデンサーに (複数ある場合はそのうち1つに) 蓄えられる電荷の大小関係は、

$$(1 \cdot 4)$$

となる。

その後、スイッチ S_1 を切ってスイッチ S_2 を入れると、回路を流れる電流が振動し始めた。振動の周期の大小関係は、

$$(1 \cdot 5)$$

である。

もし、回路 (b2) のコイルの自己インダクタンスが

$$(1 \cdot 6) \quad [\text{H}]$$

回路 (b3) のコイルの自己インダクタンスが

$$(1 \cdot 7) \quad [\text{H}]$$

であれば、3つの回路の振動の周期は一致していたことになる。

III) 自己インダクタンス L [H] のコイル1つと、電気容量 C [F] のコンデンサー1つを組み合わせ回路 (c1) を構成した (図3の左図参照)。更に、コイル1つとコンデンサー1つよりなる同様な2つの回路 (c2), (c3) を作ったが、これらについて、コイルの自己インダクタンス、コンデンサーの電気容量の値はわかっていない。

図3の右図は、回路のコンデンサーの両端電圧の時間的変化を測定したものである。実線は回路 (c1)、点線は回路 (c2)、破線は回路 (c3) である。時刻 0 s において、3つの回路の V は最大値をとり、回路 (c1), (c2) の最大値は等しく、回路 (c3) の最大値は回路 (c1), (c2) の2倍であった。また、 $t = 0$ で3つの回路のコンデンサーにたくわえられた電荷は Q [C] で等しかった。

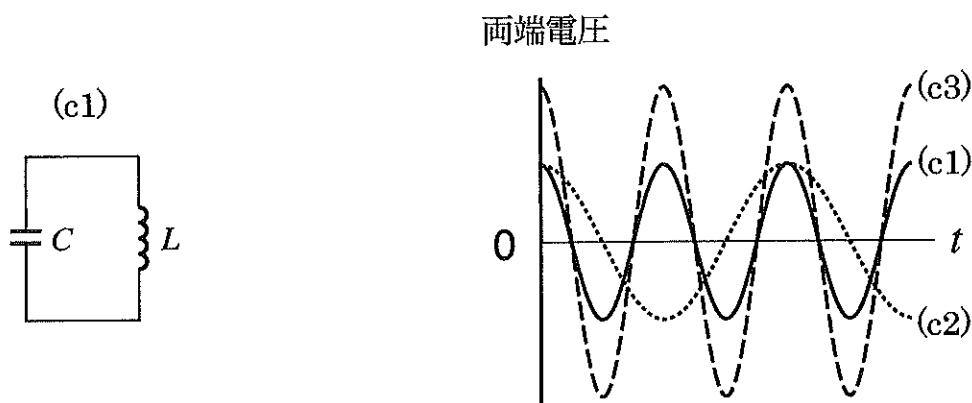


図3

3つの回路のコイルの自己インダクタンスの大小関係は

$$(1 \cdot 8)$$

であり、回路を流れる電流の最大値の大小関係は

$$(1 \cdot 9)$$

となる。

回路 (c2) を流れる電流の最大値は,

$$(1 \cdot 10)$$

[A]

である.

回路 (c3) のコイルの自己インダクタンスは

$$(1 \cdot 11)$$

[H]

であり, コンデンサーの電気容量は

$$(1 \cdot 12)$$

[F]

であることがわかる.

【2】 以下の の中に適当な数，式，記号または図を記入せよ。

図4のように，ばね A の左端は左側の壁に固定されており，右端には質量 m [kg] の質点 P が取り付けられている。ばね B の右端は右側の壁に固定されており，左端には同じ質量の質点 Q が取り付けられている。ばね A，ばね B は， x 軸と平行な同一直線上にあり，質点 P，質点 Q もこの直線上を運動するものとする。ばね定数はどちらも k [N/m] である。質点の大きさは無視してよい。ばねがどちらも自然長のとき，質点間の距離は L [m] であるが，ばね A が自然長のときの質点 P の x 座標を 0 とし，ばね B が自然長のときの質点 Q の x 座標を L とする。円周率は π とせよ。

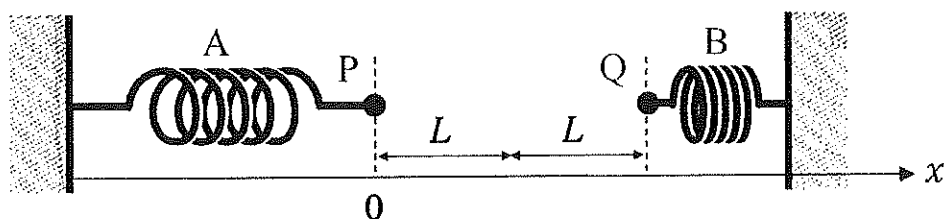


図4

I) 時刻 0 s に質点 P は x 座標が 0 の位置にある初速で右向きに通過した。このとき，質点 Q は x 座標が $2L$ の位置にあり，初速 0 m/s で運動を開始した。直後の 2 つの質点の運動は，周期と振幅が同じ単振動であった。単振動の周期 T [s] は，

$$T = \boxed{(2 \cdot 1)}$$

で与えられる。質点 P の初速度は，

$$\boxed{(2 \cdot 2)} \quad \text{[m/s]}$$

であったことになる。

II) 最初に2つの質点が衝突をするのは,

時刻 [s]

であり (時刻は T を用いて答えるものとする), 衝突する地点は, その x 座標が

の地点である.

2つの質点は弾性衝突を行い, 衝突は一瞬で終わるものとする. 最初の衝突直後の質点 P の速度は,

[m/s]

であり, 質点 Q の速度は,

[m/s]

である. 最初の衝突後, 質点 P の運動は振幅が

[m]

の単振動になる.

III) 2回目に2つの質点が衝突をするのは,

時刻 [s]

である. 2回目の衝突の後で質点 Q が初めて時刻 0 s の初期位置にもどるのは,

時刻 [s]

である.

時刻 0 s から質点 Q が初めて初期位置にもどる時刻までの2つの質点の運動の概略をグラフにせよ

(質点 P の x 座標の時間変化を実線で, 質点 Q の x 座標の時間変化を点線または破線で図示せよ).

2 質点は衝突を繰り返しながら周期的な運動を行う。その周期は、

(イ) $\frac{5}{4}T$ (ロ) $\frac{3}{2}T$ (ハ) $3T$ (ニ) $5T$

のうち

(2・11)

で与えられる (適切な選択肢の記号を答えよ)。

【3】 以下の の中に適当な数，式または記号を記入せよ．(3・6) は有効数字2桁で答えよ．

I) 図5のように，2枚のガラス板があり，平行な光が角 θ [rad] で入射したとする．ガラス板は平行であり，ガラス板間の距離は d [m]，ガラス板の厚みは考えなくてよい．

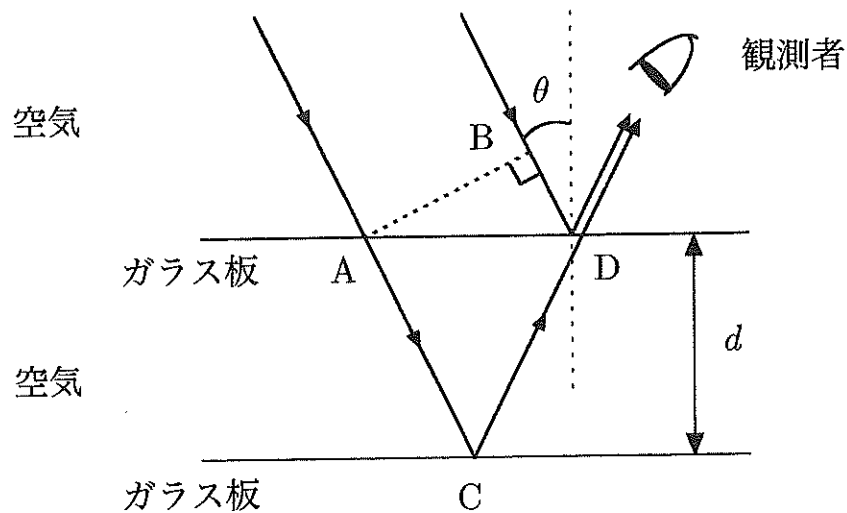


図5

経路 ACD の長さは

[m]

であり，経路 BD の長さは

[m]

である．前者は後者よりも

[m]

だけ長く， θ の大きさによって，ガラス板で反射した光は遠方で強め合ったり弱め合ったりすることになる．

II) 図6はマイケルソン干渉計である。レーザー光源 S から出た波長 λ [m] の光は、厚みの無視できるハーフミラー H により半分は反射され、半分は透過する。反射された光は鏡 M_1 で反射され、半分はハーフミラー H を透過して観測面 P の方向へ進む。H を透過した光は鏡 M_2 で反射され、半分が H で反射され、観測面 P の方向へ進む。これら 2 種類の光が合わさったものが、観測面 P の原点 O で観測される。

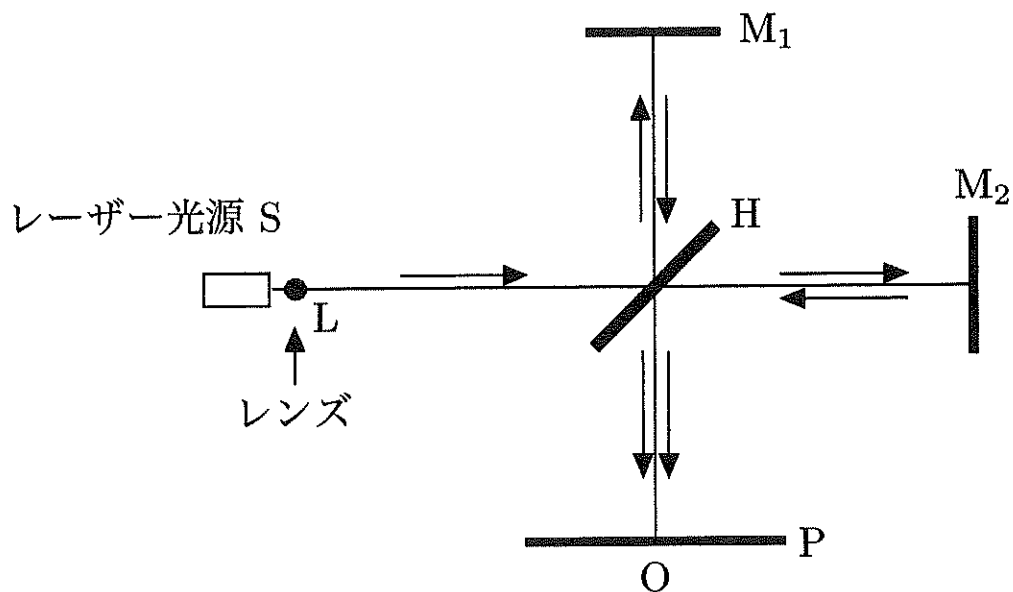


図6 マイケルソン干渉計

レーザー光線発射口付近の地点 L にレンズ (顕微鏡用対物レンズ) を取り付け、光源 S から出た光を広げて観測した。このとき、P の原点 O 付近では、

- (イ) 円状の模様 (ロ) 格子模様 (ハ) 放射状の模様

のうち、

(3・4)

が見えることになる (適当な選択肢の記号を答えよ)。

鏡 M_1 を固定したまま、鏡 M_2 を平行移動し、 M_2 から H までの距離を変化させた。最初、O が最も明るくなった状態から出発し、最も暗くなるのは M_2 の移動距離が

$$\boxed{(3 \cdot 5)} \quad (\text{m})$$

のときで、さらに同じ距離だけ移動すると再び最初と同じ明るさになる。

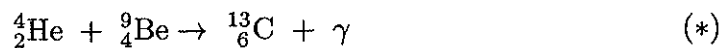
鏡 M_2 を $4.8 \times 10^{-5} \text{ m}$ 移動させる間に、152 周期の明暗の繰り返しが観測された。これより、レーザー光の波長は

$$\boxed{(3 \cdot 6)} \quad \text{m}$$

であることがわかる。

【4】 以下の の中に適当な数，式または語句を記入せよ。(4・3)は有効数字2桁で答えよ。また，(4・1)，(4・2)，(4・3)については，必要な計算等を解答用紙余白で行え。採点の参考にする。

高速の α 粒子 (${}^4_2\text{He}$) をベリリウム原子核 (${}^9_4\text{Be}$) に衝突させると，透過力の強い放射線 (以後 A とする) が出るということが知られていた。当初，この放射線 A は γ 線であり，反応は



のように解釈された。

この解釈の矛盾に気付いたチャドウィックは，1932年に次のような実験を行った。放射線 A は，質量をもった粒子の流れであると考え，これを水素原子核 (質量 m [kg])，窒素原子核 (質量 m' [kg]) の二種類に衝突させる。そして，はねとばされた原子核の速度を測定することにより，放射線 A の粒子の質量 m_A [kg] を決定する。

衝突前の放射線 A の粒子の速さを V_A [m/s] とし，簡単のため，粒子は静止した水素原子核に一直線上で弾性衝突したとする。はねとばされた水素原子核の速さは，

$$V_A \times \boxed{\quad (4 \cdot 1) \quad} \quad [\text{m/s}]$$

となる。窒素原子核との衝突も同様であるとする。はねとばされた窒素原子核の速さは，

$$V_A \times \boxed{\quad (4 \cdot 2) \quad} \quad [\text{m/s}]$$

と表される。

測定結果は，前者が 3.3×10^7 m/s，後者が 4.7×10^6 m/s であった。これらと $m' = 14 \times m$ を用いると，

$$m_A = \boxed{\quad (4 \cdot 3) \quad} \times m$$

と計算される。

粒子は電氣的に中性であるとする、実験結果は他の現象とも適合するものであり、1920年にラザフォードによって予言された粒子の存在が確かなものになった。

この粒子は

(4・4)

と名付けられた。反応式(*)は、正しくは、

(4・5)

である。