奈良県立医科大学　前期

令和２年度

試験問題②

学科試験

（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. 試験教科，試験科目，ページ，解答用紙および選択方法は下表のとおりである．

教科	科目	ページ	解答用紙数	選択方法
数学	数学	1～10	2枚	数学，英語は必須解答とする． 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ．
英語	英語	11～14	3枚	
理科	化学	15～28	2枚	
	生物	29～46	2枚	
	物理	47～54	1枚	

3. 監督者の指示に従って，選択しない理科科目を含む全解答用紙（10枚）に受験番号と選択科目（理科のみ）を記入せよ．
   ①　受験番号欄に受験番号を記入せよ．
   ②　理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ．
   上記①，②の記入がないもの，および理科2科目または理科3科目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前期日程試験

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) $-M\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t}$	(1・2) -2	(1・3) -2
(1・4) $MI\sin t$	(1・5) ニ	(1・6) イ　ニ

【2】

(2・1) $v_0t\cos\theta-\dfrac{1}{2}gt^2\sin\theta$	(2・2) $v_0t\sin\theta-\dfrac{1}{2}gt^2\cos\theta$	(2・3) $\dfrac{2v_0}{g}\tan\theta$
(2・4) $\dfrac{2v_0^2}{g}\sin\theta(1-\tan^2\theta)$	(2・5) $1/\sqrt{2}$	(2・6) $-v_0/\sqrt{3}$
(2・7) $\dfrac{v_0^2}{g}\dfrac{8}{9\sqrt{3}}$		

【3】

(3・1) $\dfrac{M}{d_0}$	(3・2) $Mg+\dfrac{T_0}{T_1}d_0Vg$ or $\dfrac{T_1Mg}{T_1-T_0}$	(3・3) $\dfrac{d_0V}{d_0V-M}T_0$
(3・4) $\dfrac{MT_2}{V(T_2-T_0)}$ or $\dfrac{T_2(T_1-T_0)}{T_1(T_2-T_0)}d_0$	(3・5) $\dfrac{MT_0}{V(T_2-T_0)}$ or $\dfrac{T_0(T_1-T_0)}{T_1(T_2-T_0)}d_0$	(3・6) $\dfrac{MT_2P_0/d_0}{V(T_2-T_0)}$ or $\dfrac{T_2(T_1-T_0)P_0}{T_1(T_2-T_0)}$

【4】

(4・1) $\dfrac{V}{V-v}F$	(4・2) $\dfrac{V}{V-v}$	(4・3) $\dfrac{n}{2L}\sqrt{\dfrac{mg}{\rho_0}}$
(4・4) 4.0×10^2	(4・5) $\dfrac{f_n}{L}$	(4・6) $\dfrac{2m}{L}$

備考：試験実施中における主な訂正・補足

大問【４】５３頁（４・１）の下に下線部を補足

…，<u>空気中の</u>音速を V〔m/s〕，<u>$V>v$</u> とする．

物　理

【1】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な数，式または記号を記入せよ．

図1のように，同じ向きに巻いた2つのコイル（ソレノイド）が中心軸を一致させて固定してある．1次コイルと2次コイルの相互インダクタンスは M〔H〕である．導線の抵抗，コイルの自己インダクタンスは考えなくてよい．

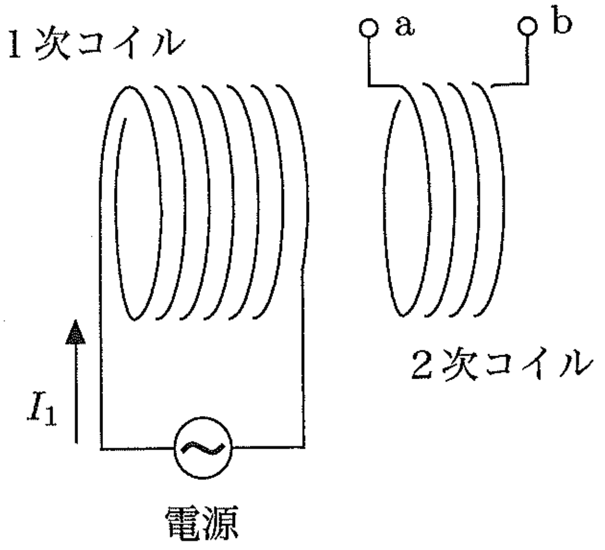

図1

Ⅰ）最初，1次コイルには矢印の方向に電流 I_1〔A〕が流れているが，2次コイルには電流が流れていない．1次コイルの電流が短い時間 Δt〔s〕の間に ΔI_1〔A〕だけ変化したとき，2次コイルに発生する誘導起電力 V_2〔V〕は，

$$V_2 = \boxed{\quad (1 \cdot 1) \quad}$$

と表される（点 a を基準にした点 b の電位を答えよ）．

相互インダクタンスの単位ヘンリー〔H〕は，メートル〔m〕，キログラム〔kg〕，秒〔s〕，アンペア〔A〕を用いて，〔$\mathbf{m^2 \cdot kg \cdot s^{\alpha} \cdot A^{\beta}}$〕のように表すことができる．このとき，時間の次元について

$$\alpha = \boxed{\quad (1 \cdot 2) \quad}$$

であり，電流の次元について

$$\beta = \boxed{\quad (1 \cdot 3) \quad}$$

である．

II) 電源の角周波数は 1 **rad/s** であり，時刻 t〔s〕に 1 次コイルを流れる電流 I_1 は，$I_1(t) = I\cos t$ と表せる．ここで，$I > 0$ である．加法定理 $\cos(x+y) = \cos x\cos y - \sin x\sin y$，および，$\Delta t$ が十分に小さいとき，$\sin\Delta t \fallingdotseq \Delta t$，$\cos\Delta t \fallingdotseq 1$ と近似できることを用いると，

$$V_2(t) = \boxed{\quad (1 \cdot 4) \quad}$$

である．

このとき ab 間に抵抗を接続すれば，時刻 0 s から時刻 $\dfrac{\pi}{2}$ s までの間，この抵抗を

(イ) a→b の向きに電流が流れ，点 a の電位が点 b の電位よりも高い

(ロ) a→b の向きに電流が流れ，点 b の電位が点 a の電位よりも高い

(ハ) b→a の向きに電流が流れ，点 a の電位が点 b の電位よりも高い

(ニ) b→a の向きに電流が流れ，点 b の電位が点 a の電位よりも高い

$$\boxed{\quad (1 \cdot 5) \quad}$$

(正しい選択肢を答えよ)．また，1 次コイルと 2 次コイルの間には，

(イ) 時刻 0 s から時刻 $\dfrac{\pi}{2}$ s まで，引力がはたらく

(ロ) 時刻 0 s から時刻 $\dfrac{\pi}{2}$ s まで，斥力がはたらく

(ハ) 時刻 $\dfrac{3\pi}{2}$ s から時刻 2π s まで，引力がはたらく

(ニ) 時刻 $\dfrac{3\pi}{2}$ s から時刻 2π s まで，斥力がはたらく

$$\boxed{\quad (1 \cdot 6) \quad}$$

(正しい選択肢をすべて答えよ)．

【2】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な数または式を記入せよ.

図2のように，水平面と角 θ〔rad〕$(0 < \theta < \pi/4)$ をなすなめらかな斜面がある．時刻 0 s に，斜面上の点Oから斜面と角 θ をなす向きへ初速 v_0〔**m/s**〕で小球を投げ上げる．小球の大きさや空気抵抗は無視してよい．重力加速度の大きさを g〔$\mathbf{m/s^2}$〕とする．

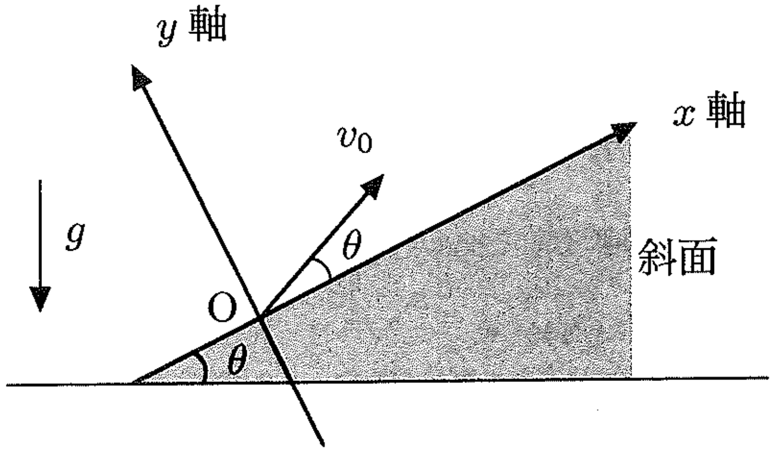

図2

点Oを原点とし、斜面に沿って上向きに x 軸，斜面に垂直上向きに y 軸をとる．(原点Oから，x 軸方向に 1 **m** の地点が (1,0)，y 軸方向に 1 **m** の地点が (0,1) である．)

小球を投げ上げた直後から小球が最初に斜面に衝突するまでの間，時刻 t〔**s**〕における小球の位置の x 座標は，

$$\boxed{\quad (2 \cdot 1) \quad}$$

y 座標は，

$$\boxed{\quad (2 \cdot 2) \quad}$$

と表される．

小球が最初に斜面に衝突する時刻は，

$$\boxed{\quad (2\cdot 3) \quad}\ \text{〔s〕}$$

であり，小球が最初に斜面に衝突する地点の x 座標は，

$$\boxed{\quad (2\cdot 4) \quad}$$

である．小球はこのとき斜面に垂直に衝突するものとすると，

$$\tan\theta = \boxed{\quad (2\cdot 5) \quad}$$

となる．<u>以後，(2・5) で求めた θ を用いて答えよ．</u>

小球が最初に斜面に衝突する直前の速度の y 成分は，

$$\boxed{\quad (2\cdot 6) \quad}\ \text{〔m/s〕}$$

である．

斜面と小球との間の反発係数は 1/3 である．小球が２回目に斜面に衝突する地点の x 座標は，

$$\boxed{\quad (2\cdot 7) \quad}$$

となる．

【3】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な数または式を記入せよ.

気球が地表上にあり，その下端は口が開いており外気に通じている．気球の下部にはヒーターがあり，内部の空気の質量を除いた気球とヒーターを合わせた全質量は M〔**kg**〕，気球の体積は V〔$\mathbf{m^3}$〕である．気球のまくの厚さおよびヒーターの体積は無視でき，気球の体積は一定で，形も変わらないとする．大気は無風で，地表での大気圧は P_0〔**Pa**〕，気温は T_0〔**K**〕，大気の密度は d_0〔$\mathbf{kg/m^3}$〕である．空気は理想気体とみなしてよい．重力加速度の大きさを g〔$\mathbf{m/s^2}$〕とする．

I）気球の体積が

$$V > \boxed{\quad (3 \cdot 1) \quad}$$

であれば，気球は地表から上昇することができる．

気球内の空気をヒーターで温めると，気球内の気温が T_1〔**K**〕となったときに地上から上昇を開始した（$T_1 > T_0$）．このときの気球にはたらく浮力の大きさは，T_0，T_1を用いて

$$\boxed{\quad (3 \cdot 2) \quad}\ \text{〔N〕}$$

と表される．気温 T_1 は，

$$T_1 = \boxed{\quad (3 \cdot 3) \quad}$$

となる．

II) 気球内の空気の温度を調節し，気球をゆっくりと上昇させた．そして，ある高さで温度を保ち静止させることができたとする．そのときの気球内の空気の温度は T_2〔K〕（$T_2 > T_1$），大気の温度は地表での温度と同じであった．

その高さでの大気の密度は，

（3・4）〔$\mathbf{kg/m^3}$〕

気球内の空気の密度は，

（3・5）〔$\mathbf{kg/m^3}$〕

である（T_0，T_2 を用いて答えよ）．その高さでの大気圧は，P_0 を用いて，

（3・6）〔**Pa**〕

と表せる．

【4】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な数または式を記入せよ．(4・4) は有効数字２桁で答えよ．

図3のように，両端の突起間の距離が L〔m〕である台に、線密度が ρ_0〔kg/m〕の弦を張り、その両端にそれぞれ質量 m〔kg〕のおもりを取り付ける．この弦を振動させると，突起部分を節として振動する．突起間の距離を変化させても弦の線密度は変化しない．重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする．

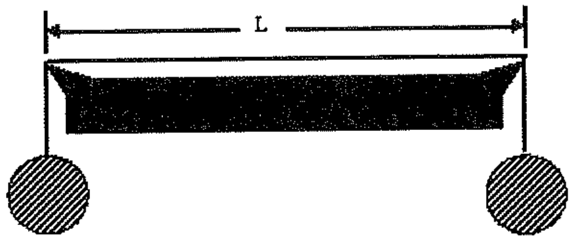

図3

I) 弦が振動している状態で，弦のそばで振動数 F〔Hz〕の音さをたたいたとき，うなりが生じた．この音さを一定の速さ v〔m/s〕で弦に近づけたとき，うなりが発生しなくなった．このとき，弦の振動数は，

$\boxed{(4・1)}$

である．ただし，音速を V〔m/s〕とする．

音さが静止した状態でうなりが発生しないためには，突起間の距離を

$\boxed{(4・2)}$ $\times L$

にすればよい．

II）張力が S〔N〕，線密度が ρ〔kg/m〕である弦を振動させたとき，弦を伝わる波の速さは，

$$\sqrt{\frac{S}{\rho}} \quad 〔\mathrm{m/s}〕$$

で与えられる．

図3の弦を伝わる波の振動数 f_n〔Hz〕は，n を腹の数とするとき，

$$f_n = \boxed{\quad (4 \cdot 3) \quad}$$

となる。

弦の質量が 10.0 **m** 当たり 4.9×10^{-4} **kg** であり，$L = 0.50$ **m**，$g = 9.8$ **m/s²** とする．おもりの質量が $m = 0.80$ **kg** であるとき，この弦の基本振動数は，

$$\boxed{\quad (4 \cdot 4) \quad} \ \mathbf{Hz}$$

である．ただし，突起より垂れ下がっている弦の部分の質量は，無視できるものとする．

III）突起間の距離が L から $L + \Delta L$ になった．この結果，弦の振動数 f_n が $f_n + \Delta f_n$ に変化した．$|\Delta L|$ は L に比べて十分小さいものとする．このとき，$|x|$ が 1 に比べて十分小さいときの近似式

$$(1 + x)^{\alpha} \fallingdotseq 1 + \alpha x$$

を使うと，振動数の変化 Δf_n は，

$$|\Delta f_n| \fallingdotseq \boxed{\quad (4 \cdot 5) \quad} \times |\Delta L|$$

となる（f_n を用いて答えよ）．

ここで，弦の張力を変えることで，元の振動数 f_n になるように調整したい．そのためには，おもりの質量 m を $m + \Delta m$ に変更すればよいが，

$$|\Delta m| \fallingdotseq \boxed{\quad (4 \cdot 6) \quad} \times |\Delta L|$$

である．Δm は振動数 f_n によらないことがわかる．