

令和 5 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	15～24	2 枚	
	生 物	25～42	2 枚	
	物 理	43～50	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 すべての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。

—余 白—

(このページに問題はありません)

物 理

【1】 以下の の中に適切な数を記入せよ。

I) 図1のように、4つの端子 a, b, c, d, 3つの抵抗, 内部抵抗が無視できる電流計 A からなる回路がある。3つの抵抗の値はすべて $15\ \Omega$ である。

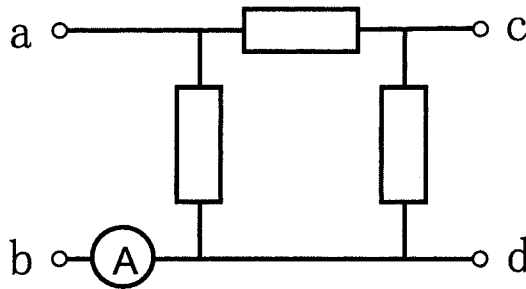


図1

端子 a と b を内部抵抗が無視できる起電力 18 V の直流電源につないだ。このときの cd 間の電位差は

V

であり、電流計 A を流れる電流の大きさは

A

である。

さらに、端子 c と d を $15\ \Omega$ の抵抗につないだ。このとき電流計 A を流れる電流の大きさは

A

である。

II) 図2のように、4つの端子 a, b, c, d, 3つの抵抗, 内部抵抗が無視できる電流計 A からなる回路がある. 3つの抵抗の値は $R_1[\Omega]$, $R_2[\Omega]$, $R_3[\Omega]$ である.

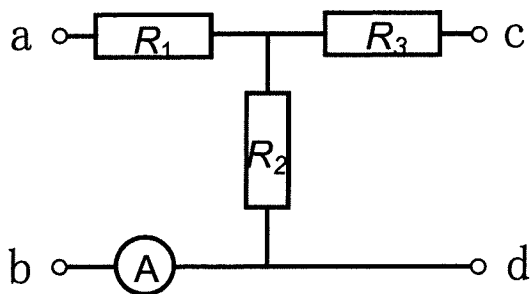


図2

端子 a と b を内部抵抗が無視できる起電力 18 V の直流電源につないだ. このときの cd 間の電位差は (1・1) と同じであり, 電流計 A を流れる電流の大きさは (1・2) と同じであった. このことから,

$$R_1 = \boxed{\quad (1 \cdot 4) \quad}$$

であり,

$$R_2 = \boxed{\quad (1 \cdot 5) \quad}$$

であることがわかる.

さらに, この回路の端子 c と d を抵抗値が R_1 である抵抗でつないだ. 電流計 A を流れる電流の大きさは (1・3) と同じであった. このことから,

$$R_3 = \boxed{\quad (1 \cdot 6) \quad}$$

であることがわかる.

【2】 以下の の中に適切な式、座標または数を記入せよ。(2・2), (2・5) は (x_0, y_0) のように答えよ。

図3 (a) のように、点 O を中心とする半径 R [m] の密度が一様な円板がある。この円板には、点 D を中心とし点 A で内接する半径 $\frac{R}{2}$ [m] の穴があいている。重力加速度の大きさを g [m/s²]、円周率を π とする。

I) 円板の厚さは d [m] で薄く、密度は ρ [kg/m³] であった。穴のあいた円板の質量は

(2・1) [kg]

となる。点 O を原点とし、図3 (a) のように x 軸、 y 軸をとると、円板の重心の位置は

(2・2)

と表される。

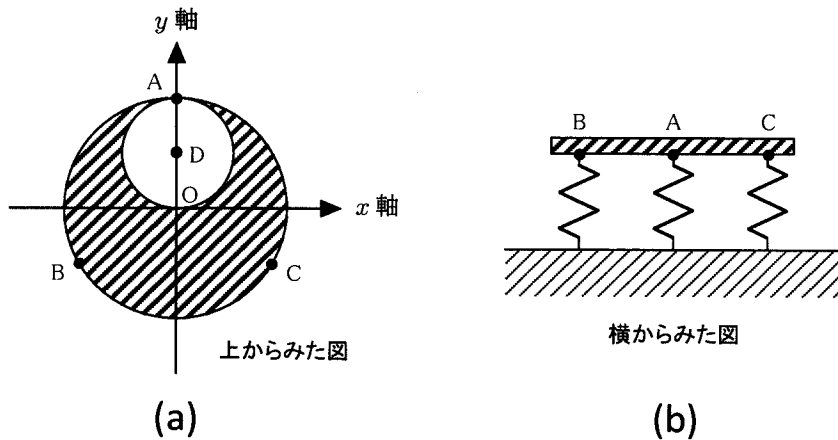


図3

II) 円板の周上で y 座標が $-\frac{R}{2}$ の 2 点を, 点 B, 点 C とする (図 3 (a)). 3 点 A, B, C に, 自然長 L_0 [m] でばね定数が k [N/m] のばね 3 本を取り付け, それぞれの他端を水平な台の上に固定した (図 3 (b)). 最初, 円板は手で水平に保たれており, 3 本のばねは鉛直軸に平行で長さは L_0 であった. 静かに手を離すとばねはそれぞれ縮み, 円板は少し傾いて静止した. 円板の傾きはわずかであり, ばねは常に鉛直軸に平行であると考えてよい. ばねの質量は無視してよいものとする.

円板上のある 1 点に鉛直上向きに力を加えて円板を再び水平に戻した. このときばねは縮んでいたとする. 力の作用点の位置を (x_1, y_1) とすると,

$$x_1 = \boxed{(2 \cdot 3)}$$

である. また, y_1 は

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

を満たすことになる (不等式で答えよ).

力の大きさが最も小さくてすむ位置は

$$\boxed{(2 \cdot 5)}$$

である. $(2 \cdot 5)$ の位置に力を加え, 円板を水平に戻したとする. このときの力の大きさは

$$\boxed{(2 \cdot 6)} \quad [\text{N}]$$

であり, ばねの長さは

$$\boxed{(2 \cdot 7)} \quad [\text{m}]$$

である.

【3】 以下の の中に適切な数または記号を記入せよ。

太陽の全放射エネルギーは毎秒 3.85×10^{26} J である。太陽の連続スペクトルの中で最も強い光の波長は約 5.0×10^{-7} m である。光速度を 3.0×10^8 m/s，プランク定数を 6.6×10^{-34} J·s，円周率を 3.14 とする。太陽光を波長 5.0×10^{-7} m の単色光と仮定し，大気の影響は考えなくてよい。有効数字 2 桁で計算して答えよ。

波長 5.0×10^{-7} m の光子のエネルギーは

J

であり，運動量は

kg·m/s

である。

太陽と地球との平均距離は 1.5×10^8 km である。地球表面で，太陽光に垂直な面積 1 m^2 の面を考える。この面が毎秒受けるエネルギー（太陽定数）は

J

であり，この面に毎秒入射する光子の数は

個

であると計算される。

地球表面に，太陽光に垂直に面積 1 m^2 の鏡を立てた。鏡は太陽光を完全に反射するものとすれば，この鏡は

Pa

の圧力を受けることになる。

ヒトの瞳孔は円形であり，ここから光が入り網膜に到達する．暗い場所では，その直径は 8.0 mm まで広がるとする．太陽から 3.0 万光年離れた暗い場所で，太陽を真正面から見た場合，1 つの光子が目飛び込んでから次に飛び込むまでの平均時間は，おおよそ

- (ア) 5 秒 (イ) 10 秒 (ウ) 20 秒 (エ) 50 秒

(3・6)

となる (1 光年 $\approx 9.46 \times 10^{12}$ km として計算し，適切な選択肢の記号を答えよ)．

【4】 以下の の中に適切な語句，記号または式を記入せよ。

I) 図4は x 軸の正の向き（右向き）に伝わる横波のある時刻での媒質の変位を表したグラフである。媒質の変位を y とし，上向きを正として図示してある。この時刻に，位置 a，位置 b において，媒質の速度は上向きか下向きか，媒質は静止しているかを，**上向き**，**下向き**，**静止** で答えよ。

(4・1)

図5はある特定の位置でのこの横波の媒質の変位の時間変化のグラフである。時刻 c，時刻 d において，媒質の速度は上向きか下向きか，媒質は静止しているかを，**上向き**，**下向き**，**静止** で答えよ。

(4・2)

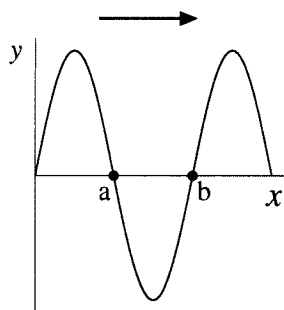


図4

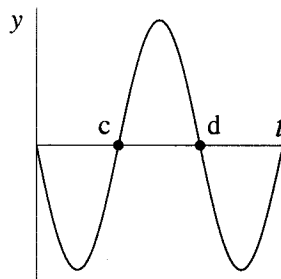


図5

II) 図6は x 軸の正の向き（右向き）に伝わる縦波（疎密波）のある時刻での媒質の変位を表したグラフである。媒質の変位を y とし，右向きを正として図示してある。位置 e，位置 f のうち，媒質が密になっている位置は

(4・3)

である（e または f で答えよ）。

図7はある特定の位置でのこの縦波の媒質の変位の時間変化のグラフである。

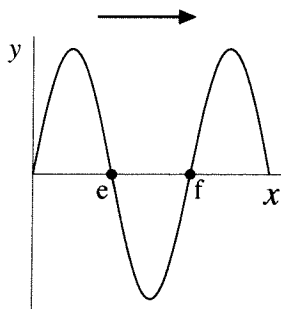


図6

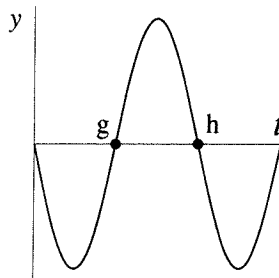


図7

時刻 g, 時刻 h のうち, 媒質が疎になっている時刻は

(4・4)

である (g または h で答えよ) .

III) x 軸に平行に張られた線密度 ρ [kg/m] の非常に長い 4 本の弦 (A) ~ (D) がある. 張力の大きさを S [N] としたとき, これらの弦を伝わる横波の速さ V [m/s] は,

$$V = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$$

で与えられる.

(A) ~ (D) の張力の大きさを変えて, 次の式で表される正弦波を発生させた.

(A) $y = 1 \sin 2\pi(x - 3t)$

(B) $y = 2 \sin 2\pi(4x + 3t)$

(C) $y = 3 \sin 2\pi(2x + t)$

(D) $y = 5 \sin 2\pi(x - 2t)$

ただし, 線密度 ρ は一定で変化しないものとする. y [m] は, 時刻 t [s] での位置座標 x [m] における弦の変位である.

(A) ~ (D) の正弦波を波長が長い順に並べよ.

(4・5)

(A) ~ (D) の正弦波を張力の大きい順に並べよ.

(4・6)

((4・5), (4・6) は, (A) > (C) > (B) = (D) のように答えよ.)

