

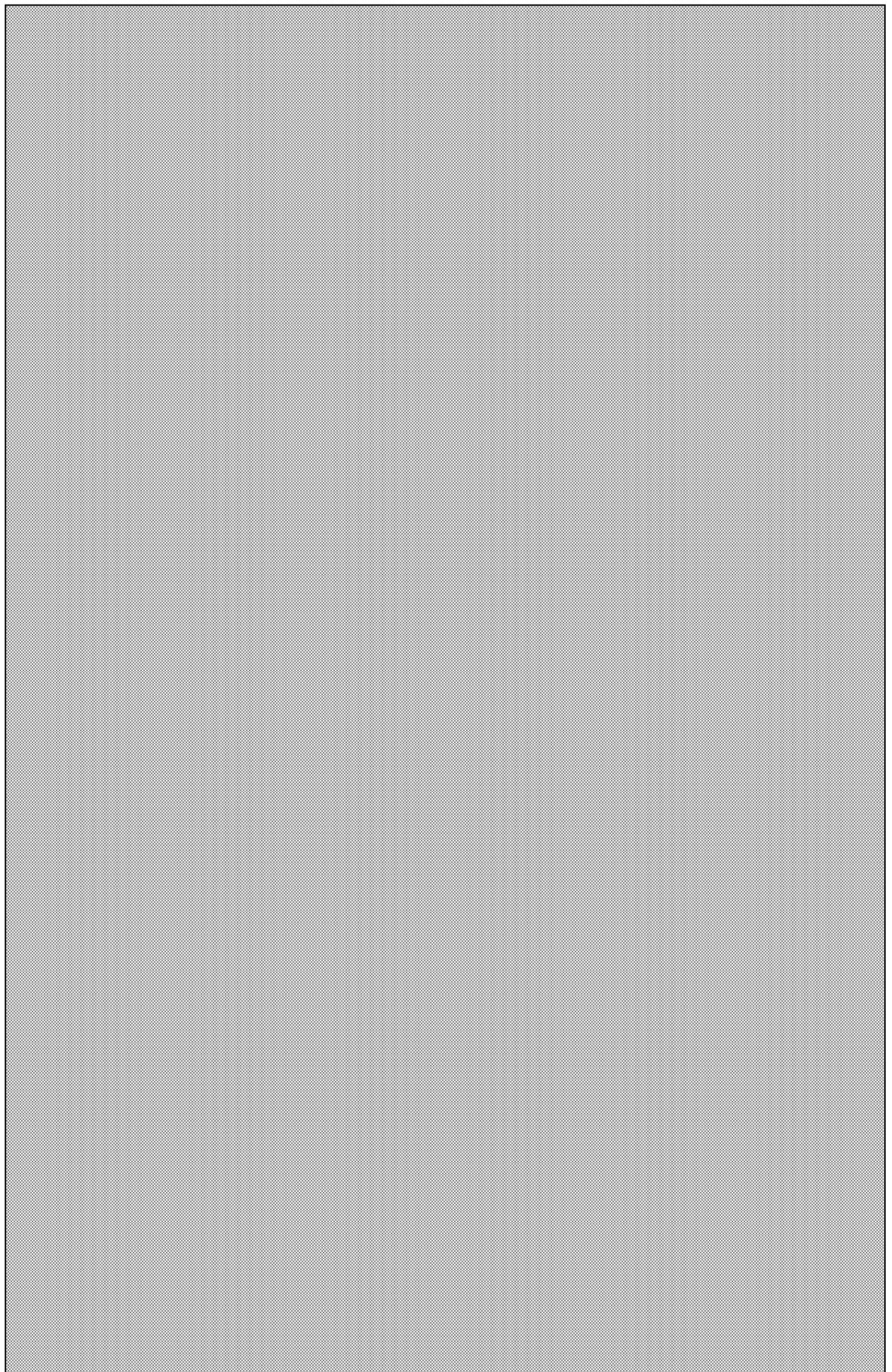
※ 指示があるまで問題を開かないでください。

令和6年度 専門系専門試験問題 (物理)

令和6年5月12日(日)実施

注意事項

- 1 問題は6分野あります。4つの分野を選択し、解答してください。
- 2 解答用紙は、必ず1問につき1枚を使用し、専門区分、受験番号及び氏名を記入してください。
- 3 解答用紙の選択問題欄は、選択した問題番号に○印をつけてください。
- 4 解答内容は、解答に至った経過についても残しておいてください。
- 5 試験時間は60分です。
- 6 この問題は持ち帰ることができます。ただし、解答用紙は白紙でも必ず提出してください。



物理において、微分や積分の有効な応用例はいろいろある。微分や積分を用いた式の導出に関する次の記述の ～ に当てはまる数式を答えよ。

(1) 単振動の式

単振動（振幅 A 、角振動数 ω ）の変位 x は、時間を t として

$$x = A \sin \omega t$$

のように表すことができる。この単振動をする物体の速度 v 、加速度 a は、次のように求められる。

$$v = \frac{dx}{dt} = \text{$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \text{$$

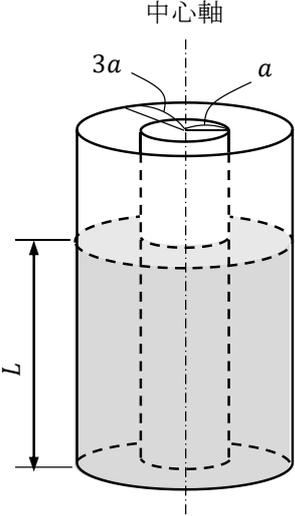
(2) 万有引力による位置エネルギーの式

固定されている質量 M の物体 1 から距離 r 離れた点にある質量 m の物体 2 を、万有引力 F に逆らって距離 r_0 まで直線上を移動させる。このとき、万有引力のする仕事 W は次のように求められる。ただし、 G は万有引力定数とする。

$$W = \int_r^{r_0} (-F) dx = \int_r^{r_0} \left(-G \frac{Mm}{x^2} \right) dx = \left[\text{$$

No. 2 電磁気学

下の図に示すように、内径 a 、外径 $3a$ の同軸円筒状の金属製容器に、電気伝導率 σ の電解質溶液が高さ L まで満たされている。内外の側面を正負の電極にして電流 I を流したとき、次の記述の ア ~ エ に当てはまる数式を答えよ。ただし、同一の記号には同一の数式が入るものとし、円周率を π とする。



図

中心軸を同一とする半径 r の円筒面 $S(a < r < 3a)$ を考えると、電流は中心軸から放射状に流れる。 S 上の電流密度を $i(r)$ とすると、 S を貫く電流は ア $\times i(r)$ で表され、その値は全電流 I に等しいから、

$$\begin{aligned} \text{ア} \times i(r) &= I \\ \therefore i(r) &= \text{イ} \end{aligned}$$

円筒面 S 上における電場の強さを $E(r)$ とすると、

$$E(r) = \frac{i(r)}{\sigma} = \text{ウ} \dots \text{①}$$

電極間の電位差を $\Delta\phi$ とすると、

$$\Delta\phi = \int_a^{3a} E(r) dr \dots \text{②}$$

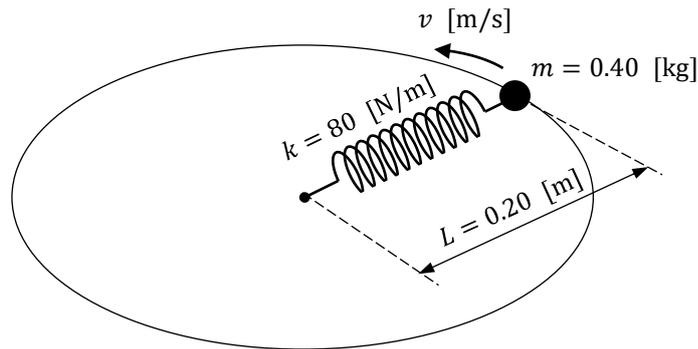
①を②に代入して積分を計算すると、

$$\Delta\phi = \text{エ}$$

と表される。

No. 3 力学

下の図に示すように、自然の長さ $L_0 = 0.10[\text{m}]$ 、ばね定数 $k = 80[\text{N/m}]$ のばねの一端に質量 $m = 0.40[\text{kg}]$ の小球を取り付け、なめらかな水平面上に置いた。ばねの他端を中心にして、水平面上で等速円運動をさせたところ、ばねの長さは $L = 0.20[\text{m}]$ となった。このばねの等速円運動に関する次の間に答えよ。ただし、ばねの質量は無視できるものとする。また、(1)～(3)ともに解答に至るまでの式も記載すること。

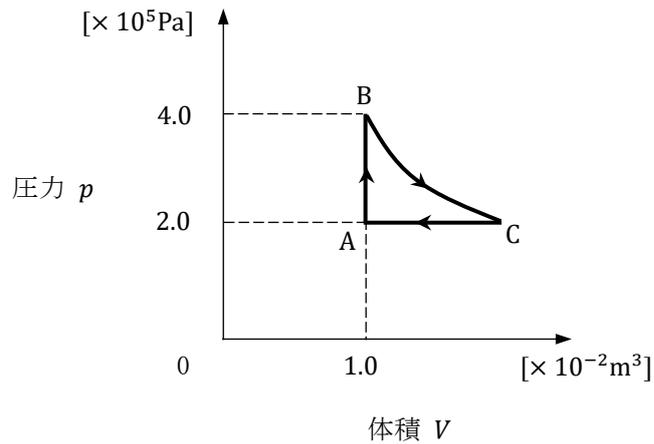


図

- (1) 小球が受ける向心力 $F[\text{N}]$ を有効数字2桁で求めよ。
- (2) ばねの弾性力による位置エネルギー $U[\text{J}]$ を有効数字2桁で求めよ。
- (3) 等速円運動の速さ $v[\text{m/s}]$ を有効数字2桁で求めよ。

No.4 熱力学

下の図に示すように、圧力 $p_A = 2.0 \times 10^5$ [Pa]、体積 $V_A = 1.0 \times 10^{-2}$ [m³]、温度 $T_A = 300$ [K]の理想気体の状態 A を、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ と変化させた。この理想気体の状態変化に関する次の問に答えよ。ただし、状態 $B \rightarrow C$ の変化では、気体の温度は一定であるとし、気体定数を $R = 8.3$ [J/(mol·K)]とする。また、(1)～(3)ともに解答に至るまでの式も記載すること。



図

- (1) 気体の物質量 n [mol]を有効数字2桁で求めよ。
- (2) 状態 B の温度 T_B [K]を有効数字2桁で求めよ。
- (3) 状態 C の体積 V_C [m³]を有効数字2桁で求めよ。

No. 5 量子力学

粒子性と波動性を示す物理現象に関する次の記述の ～ に当てはまる語句を答えよ。
ただし、同一の記号には同一の語句が入るものとする。

(1) 光や電子は、古典物理学では理解のできない二重性（粒子性と波動性）をもつ。電子の波動性を示す物理現象として、 格子による電子線の がある。

(2) 光の粒子性を示す物理現象としては、 効果と 効果がある。 効果は、光を金属にあてると金属面より電子が飛び出す現象であり、その実験事実としては、

- ① 効果が起こりうる入射光線にとって最小の振動数があり、それ以下の振動数ではどのように強い光をあてても 効果は起きない。
- ② 金属面からたたき出される光電子の運動エネルギーの最大値は、光の振動数によって変化するが、 には無関係である。
- ③ X線の粒子性を示す好例が、 効果である。

No. 6 相対論

特殊相対論に関する次の記述の ～ に当てはまる語句を答えよ。

20 世紀の初めに は、特殊相対論において、

(A) すべての 座標系は同等である。

(B) は光源の運動とは無関係に定まる。

という 2 つの公理を設定した。

特殊相対論では、1 次元の時間と 3 次元の空間とを合わせて全部で 4 つの次元をもつ の時空を考え、すべての物理現象を時空における図形として認識し、時間と空間とを一体として扱う新しい座標変換、すなわち 変換を導入した。

