

※ 指示があるまで問題を開かないでください。

令和 7 年度

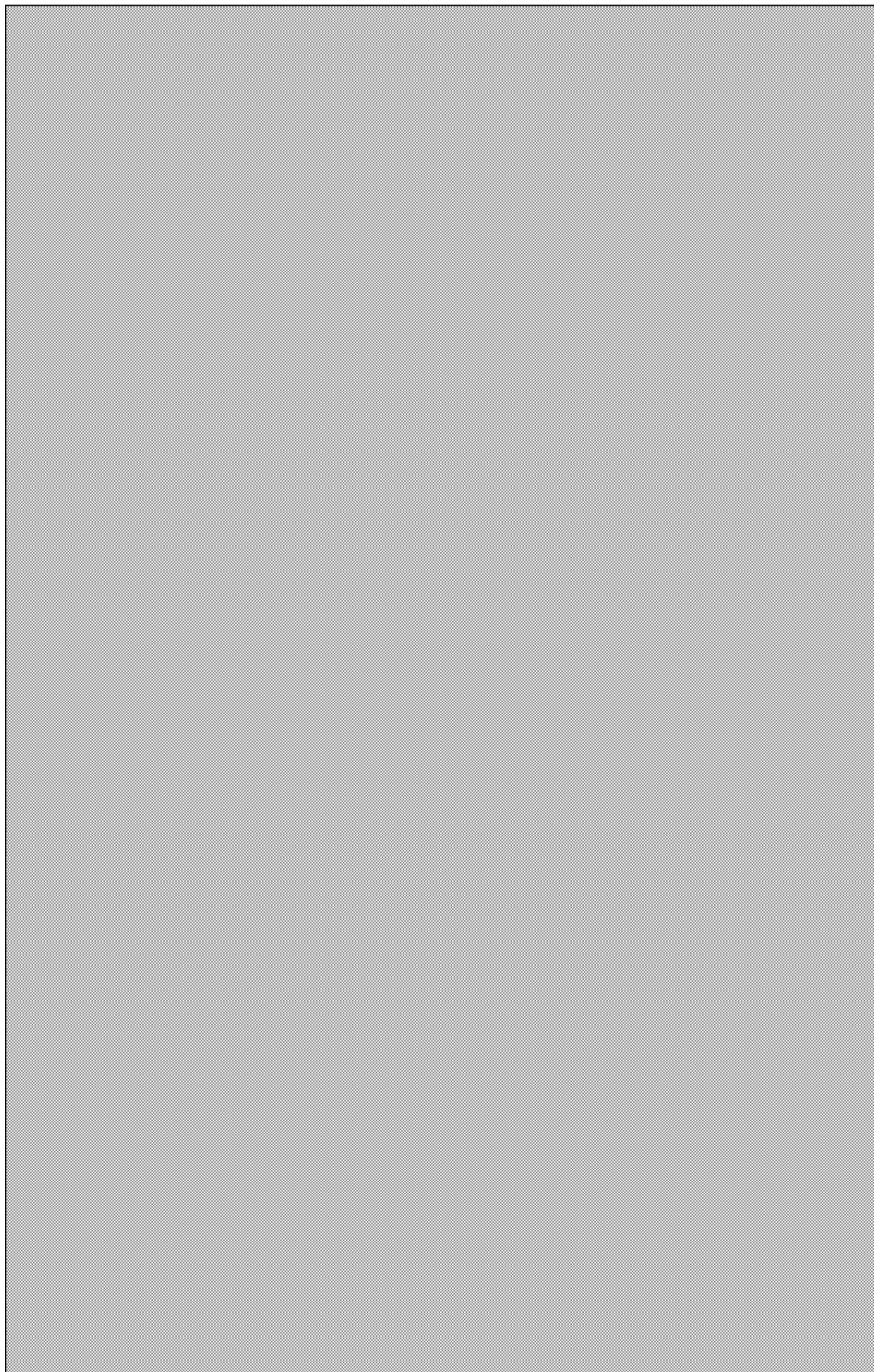
専門系専門試験問題

(物理)

令和 7 年 5 月 1 1 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 間につき 1 枚を使用し、受験番号及び氏名を記入してください。
- 3 解答用紙の問題番号欄は、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 6 0 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。



No.1 物理数学

微分方程式の特殊解に関する次の記述の ア ～ ケ に当てはまる数式または語句を記入せよ。ただし、同一の記号には同一の数式または語句が入るものとする。

図のRL回路の状態方程式は、次の式であらわされる。

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E$$

$t = 0$ のとき、 $i = 0$ であるとして、この微分方程式を次の手順で解き、電流 i の特殊解を求める。

状態方程式を変形すると、

$$\frac{1}{E - Ri} di = \frac{1}{L} dt$$

両辺を積分すると、

$$\int \frac{1}{E - Ri} di = \int \frac{1}{L} dt$$

これを計算すると、

$$\text{ア} \log|E - Ri| = \text{イ} + C_0 \quad (C_0 \text{ は積分定数})$$

これより、

$$\begin{aligned} \log|E - Ri| &= \text{ウ} \\ |E - Ri| &= \text{エ} \\ E - Ri &= \text{オ} \times e^{-RC_0} \end{aligned}$$

ここで、 $\pm e^{-RC_0} = C_1$ とすると、

$$\begin{aligned} E - Ri &= C_1 \text{カ} \\ i &= \frac{E}{R} - \frac{C_1}{R} \text{カ} \end{aligned}$$

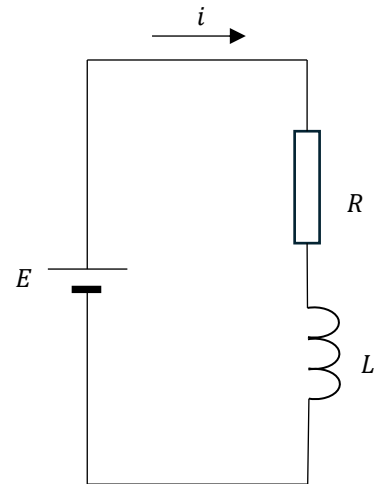
さらに、 $t = 0$ のとき、 $i = 0$ から、

$$[i]_{t=0} = \frac{E}{R} - \text{キ} = 0$$

よって、 $C_1 = \text{ク}$ であるから、特殊解は

$$i = \frac{E}{R} \left(\text{ケ} \right)$$

と求められる。



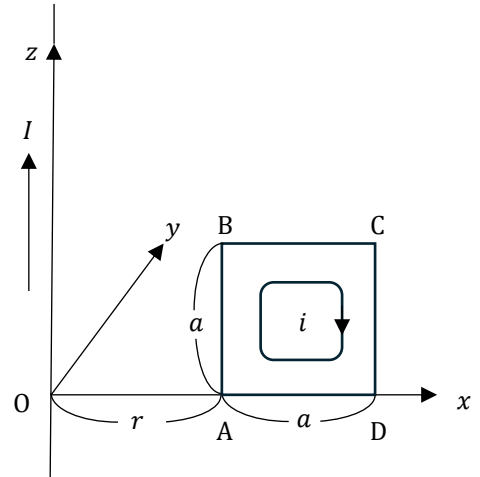
No.2 電磁気学

電磁場から受ける力に関する次の記述の ア、ウ、カ には当てはまる数式を、また、イ、エ、オ、キ には「正」または「負」を記入せよ。

十分に長い直線状の導線と一辺の長さが a の正方形の形状のコイル ABCD が同一面内に置かれ、直線状の導線には電流 I が流れている。図のように、電流の流れる向きを z 軸の正の向きに、 z 軸に垂直に x 軸と y 軸を取り、コイルの一边 AD が x 軸上にあるように直角座標 xyz を定めた。

コイルの一边 AB と直線状の導線との距離を r にすると、A の位置での直線電流による磁場の強さ H_A は ア で、その向きは y 軸の イ の向きである。正方形のコイル ABCD に、図に示す向きに電流 i を流すと、直線電流はコイル ABCD に力を及ぼす。導線とコイルは空気中にあり、空気の透磁率を μ_0 とすると、直線電流が辺空気の透磁率を AB に及ぼす力の大きさ F_{AB} は ウ で、向きは x 軸の エ の向きである。

また、辺 CD に及ぼす力の向きは x 軸の オ の向きである。したがって、直線電流がコイル ABCD 全体に及ぼす力 F の大きさと向きは、それぞれ カ、 x 軸の キ の向きである。

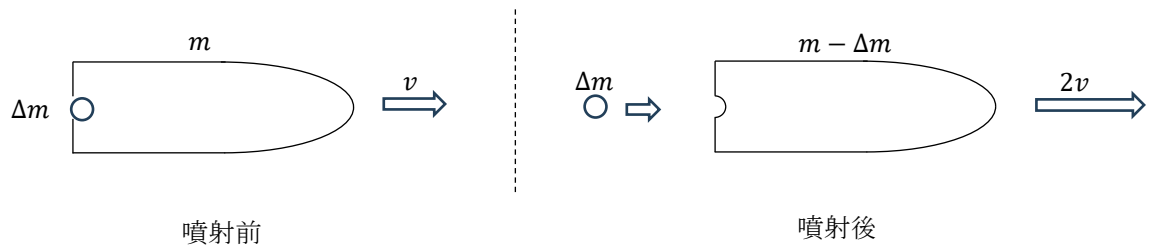


No.3 力学

ロケットの推進力に関する次の記述の ア カ に当てはまる数式または語句を記入せよ。

図のように、他の天体から十分に離れた宇宙空間で、質量 m 、速度 v のロケットが、進行方向と逆向きに、ロケットから見て相対速度 $-u(u > 0)$ で質量 Δm のガスを噴射したところ、噴射後のロケットの速度が $2v$ になった。

ただし、ロケットとガスの運動が同一直線上で起こっているものとする。



ガス噴射後のガスの速度は、 ア となる。

よって、系全体の噴射前後の運動量はそれぞれ、

噴射前： イ

噴射後： ウ

である。

エ 則より、噴射前後の運動量は等しいので、

$$mv = \text{ オ }$$

の関係が導かれる。

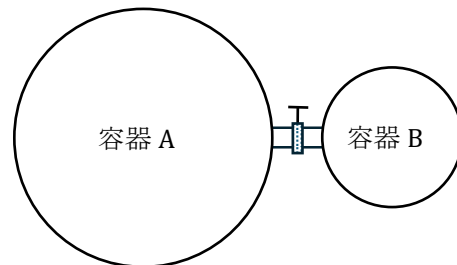
ここで、 mv は一定であるので、 Δm と u は カ の関係にあることがわかる。

No.4 熱力学

熱力学第一法則に関する次の記述の ア ～ カ に当てはまる数値を記入せよ。

図のように、体積 $6V[\text{m}^3]$ の容器 A と体積 $2V[\text{m}^3]$ の容器 B がコックのついた体積を無視できる細い管でつながれている。

最初コックは閉められており、それぞれ1モルと2モルの単原子分子の理想気体が入っている。A、B の気体の圧力はそれぞれ $p [\text{Pa}]$ 、 $3p [\text{Pa}]$ であった。ただし、気体定数は $R[\text{J}/\text{mol} \cdot \text{K}]$ とする。



- (1) A の気体の温度を $T_A = T [\text{K}]$ とすると、B の気体の温度は $T_B = \text{ア} \times T [\text{K}]$ である。また、A と B の気体の内部エネルギーの和は イ $\times RT [\text{J}]$ である。
- (2) 容器の壁を通しての熱の出入りがないようにして、コックを開いて A と B の気体を混合した。このとき混合気体の温度は ウ $\times T [\text{K}]$ となり、圧力は エ $\times p [\text{Pa}]$ となる。
- (3) こののち、コックを開いたまま A、B 内の気体の温度を調節し、はじめの温度 T_A 、 T_B に戻した。このとき、A 内の気体の量は オ $[\text{mol}]$ となり、圧力は カ $\times p [\text{Pa}]$ となる。

No.5 量子力学

物質の構成に関する次の記述の [ア] ～ [ケ] に当てはまる語句を下の [] 内の語群から選択し記入せよ。ただし、同一の記号には同一の語句が入るものとする。

私たちの身の回りの物質はそれよりも小さな構成物質によってつくられている。陽子や中性子などの [ア] も、それよりも小さな [イ] という粒子によって構成されていることが 20 世紀後半になってわかってきた。

[イ] のような、それ以上小さな構造のない基本的な粒子のことを [ウ] という。なお、電子もそれ以上小さな構造が見つかっていないので、 [ウ] である。

[ウ] と同じ [エ] 及び [オ] の大きさをもつが、 [カ] が逆である粒子を [キ] という。1928 年にディラックにより理論的に予言され、1932 年にアンダーソンによって実験的に電子の [キ] である [ク] が発見された。理論的には、すべての [ウ] に対して [キ] が存在すると考えられているが、私たちの身の回りでは、 [キ] でつくられた [ケ] は自然には存在しない。

【語群】

陽電子	原子	クォーク	電気量	量子	核子	電荷の符号
磁力	反粒子	素粒子	原子核	反物質	質量	磁力の向き

No.6 相対論

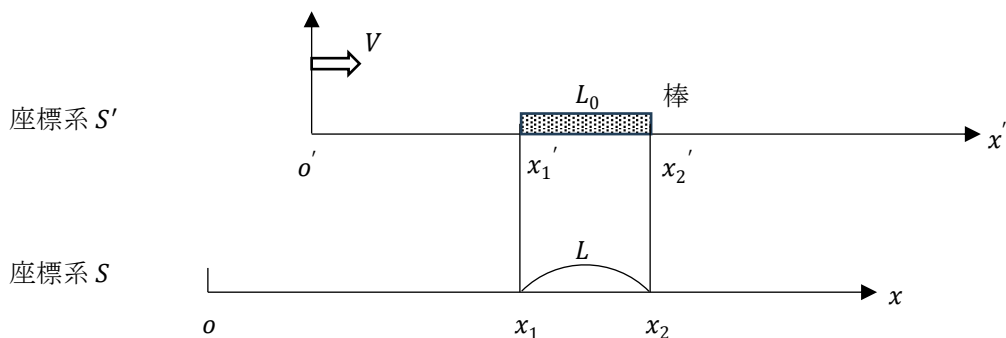
移動する物体の縮みに関する次の問いに答えよ。

図のように、座標系 S に対し x 方向に一定速度 V で移動する棒があるとき、棒に固定された座標系 S' における棒の長さを $L_0 = x_2' - x_1'$ とすると、座標系 S で観測される棒の長さ $L (= x_2 - x_1)$ は次の式で示される。

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2}$$

ここで、 c は光の速度を示す。

なお、質点の運動は座標系 S の直交座標 x, y, z を使って運動方程式により与えられる。



- (1) 静止状態で長さ900 [m]の列車が時速360 [km]で走行しているとき地上の観測者が観測する列車の縮み $(= L_0 - L)$ はいくらか。

ただし、 $c = 3.0 \times 10^8$ [m/s]とする。

なお、光速 c と比べて列車の速度時速360 [km]は十分小さいので、次の近似式を用いて計算せよ。

$$\sqrt{1 \pm a^2} \approx 1 \pm \frac{a^2}{2}$$

- (2) $\frac{V}{c} = 0.995$ のとき列車の縮みはいくらか。

