

試験問題〔その2 物理・化学〕

(解答時間 1時間40分)

[受験上の注意]

- 1 受験番号、氏名等定められた事項を下欄に正確に記入してください。
- 2 問題は全部で7問（物理4問,化学3問）あります。7問全部に解答してください。

防衛省

受験番号		大学名	
受験地		学部	
		学科	
氏名		学年	

[物 理]

【No. 1】 図 1 のように、質量 $m = 100[\text{kg}]$ のブロックが、傾き $\theta = 30^\circ$ の斜面上に置かれていて、ばねに張力が働いている。以下の問いに答えなさい。ただし、ブロックと斜面との間の静止摩擦係数を $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$ 、重力加速度を $g = 9.8[\text{m/s}^2]$ とする。

- (1) ブロックが滑り落ちる直前において、ばねに働く張力 $F_1[\text{N}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (2) ブロックが滑り上がる直前において、ばねに働く張力 $F_2[\text{N}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。
- (3) ばねに働く張力が $F = 400[\text{N}]$ のとき、ブロックと斜面との間の静止摩擦力 $R[\text{N}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。

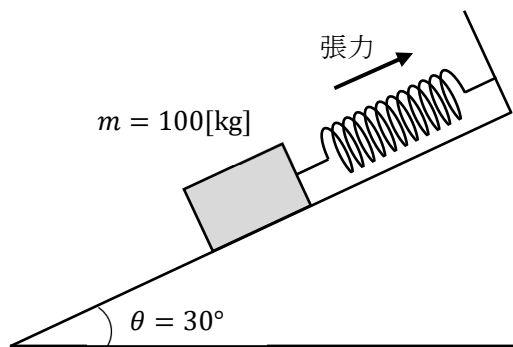


図 1

[解 答 欄]

No. 1	(1)	[N]
	(2)	[N]
	(3)	[N]

【No. 2】 圧力 $p = 150[\text{kPa}]$, 温度 $T_1 = 300[\text{K}]$, 体積 $V = 3.32 \times 10^{-3}[\text{m}^3]$ の理想気体がある。いま外部から熱量 $Q[\text{J}]$ を与えて, 圧力一定のまま温度を $T_2 = 310[\text{K}]$ まで上げた。以下の問いに答えなさい。ただし, 気体定数を $R = 8.3[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$, この理想気体の定圧モル比熱を $C_p = 20.8[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ とする。

- (1) この気体のモル数 n を有効数字2桁で求めなさい。
- (2) 温度上昇の過程で気体が外部になした仕事 $W[\text{J}]$ を有効数字2桁で求めなさい。
- (3) 外部から与えた熱量 $Q[\text{J}]$ を有効数字2桁で求めなさい。

[解 答 欄]

No. 2	(1)	[mol]
	(2)	[J]
	(3)	[J]

【No. 3】 図3のように、電池 E 、電荷のないコンデンサ C 、抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、スイッチ S を接続する。以下の問いに答えなさい。

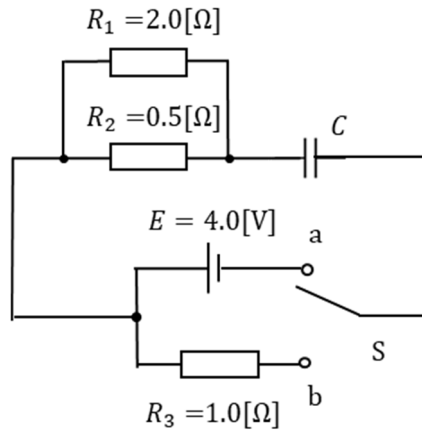


図 3

- (1) スイッチ S を a 側に閉じた直後の抵抗 R_1 に流れる電流[A]を有効数字2桁で求めなさい。
- (2) スイッチ S を a 側に閉じて、十分時間が経過して定常状態になるまでのコンデンサ C に充電される電荷 q [C]の時間 t [s]に対する変化を C 、 E 、 R_1 、 R_2 、 R_3 および指数 e を用いて表しなさい。なお、記号の順序は問わない。
- (3) (2)の後、スイッチ S を b 側に切り替えた直後に抵抗 R_2 に流れる電流[A]を有効数字2桁で求めなさい。

〔解答欄〕

No. 3	(1)	[A]
	(2)	[C]
	(3)	[A]

【No. 4】 図4のように2枚のついたてA, Bを平行に立て、Aにはスリット S_0 、Bには狭い間隔 d [m]でスリット S_1, S_2 が備えられている。Bから距離 r [m]離して、A, Bに平行にスクリーンCを置く。 S_0 の左側の光源Lから、波長 λ [m]の単色光を送ると、Cに明暗の干渉縞が観察された。 S_1, S_2 の垂直二等分線とCとの交点をOとする。また、 S_0 から S_1, S_2 までの距離は等しく、 $r \gg d$ とする。以下の問いに答えなさい。

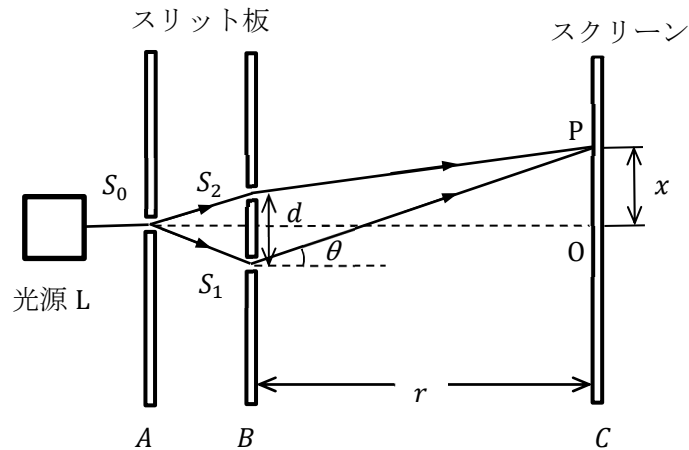


図4

- (1) スクリーンC上において、点Oから上向きに距離 x [m]離れた点をPとして、スリット S_1 から点Pの光と S_0-O の角度を θ [°]とする。 S_1, S_2 から点Pまでの最短の光の経路の差 $d \sin \theta$ [m]を d, r, x を用いて表しなさい。ただし、 θ が十分に小さいとき、 $\sin \theta \approx \tan \theta$ が成り立つものとする。なお、記号の順序は問わない。
- (2) スクリーン上にできる干渉縞の隣り合う暗線の間隔 Δx [m]を d, r, x を用いて表しなさい。なお、記号の順序は問わない。
- (3) 間隔 $d = 0.4$ [mm]のスリット S_1, S_2 に波長 600 [nm]の単色光を入射させたところ、スクリーンC上の中央付近に、間隔が 2.0 [mm]の干渉縞が観察された。このときのスクリーンBとCの距離 r [m]を有効数字2桁で求めなさい。

[解答欄]

No. 4	(1)	[m]
	(2)	[m]
	(3)	[m]

[化 学]

必要であれば、次の原子量を用いなさい。H=1.0, O=16, S=32, Cu=64, Ag=108

【No. 1】 次の文章を読み、各設問に答えよ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/molとする。

文章：図1のような装置を組み立て、白金板を電極とした電解槽Ⅰおよび電解槽Ⅱと接続して電気分解を行った。電解槽Ⅰには硝酸銀水溶液を、電解槽Ⅱには塩化銅(Ⅱ)水溶液を入れ、3分13秒通電したところ、ある物質が電解槽Ⅰのいずれかの電極に21.6 mg 付着した。ただし、回路に流れた電気量は、すべて電気分解に使用されたものとする。

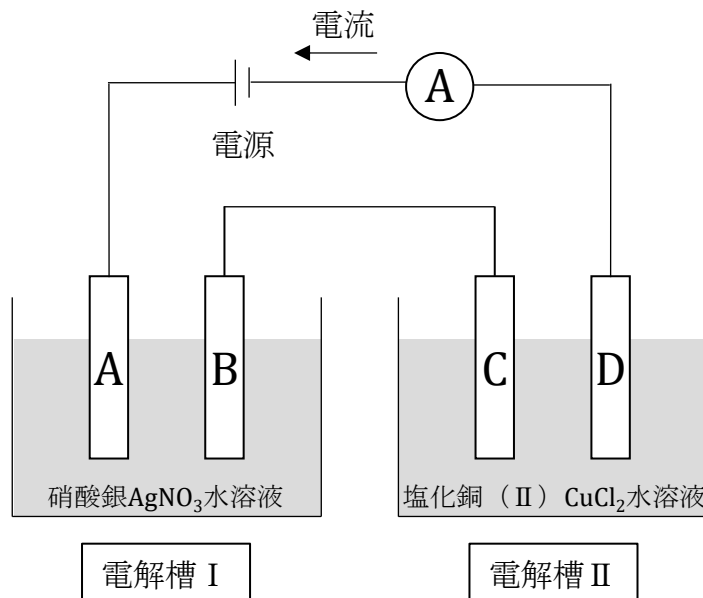


図1

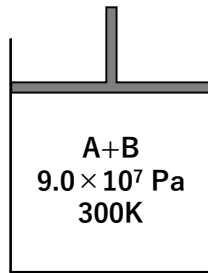
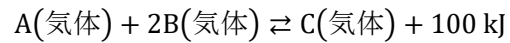
- (1) 各電解槽における電極A~Dにおける反応を、電子 e^- を用いたイオン反応式で答えよ。
- (2) 電極CまたはDのいずれかに析出した金属の重量[g]を有効数字2桁で求めよ。
- (3) この電気分解で流れた平均の電流[A]を有効数字2桁で求めよ。

[解答欄]

No. 1	(1)	電極 A :
		電極 B :
		電極 C :
		電極 D :
	(2)	g
	(3)	A

【No. 2】 次の文章を読み、各設問に答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

文章：気体 A と気体 B を反応させると気体 C が生成する。ピストン付きの容器内に気体 A を 2.0 mol、気体 B を 4.0 mol 入れ、 $9.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ 、300K に保ったところ、気体 C が混合気体の体積比で 50% に達したところで平衡状態となった。この可逆反応の熱化学方程式は次のように表される。



- (1) 平衡状態での気体 A と気体 B の物質質量[mol]をそれぞれ求めよ。
- (2) 反応開始から平衡状態に達するまでの発熱量[kJ]を求めよ。
- (3) 平衡状態における容器内の混合気体の体積[L]を求めよ。
- (4) 平衡状態における気体 C の分圧[Pa]を求めよ。
- (5) 分圧を用いて圧平衡定数を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、圧平衡定数は気体 A、気体 B および気体 C の分圧 p を用いて以下の式で表せる。

$$K_P = \frac{p_C}{p_A \times p_B^2}$$

[解 答 欄]

No. 2	(1)	A :	mol
		B :	mol
	(2)		kJ
	(3)		L
	(4)		Pa
(5)		Pa ⁻²	

【No. 3】 次の文章を読み、各設問に答えよ。

文章：フェノールは、工業的にはベンゼンとプロペン为原料として合成されている。この合成法の最初の段階で得られるクメンを酸素で酸化すると化合物 A が生成する。化合物 A を希硫酸で分解するとフェノールが生産される。このとき（ア）も同時に生産される。このフェノール合成法はクメン法と呼ばれ、（ア）の工業的製法でもある。

フェノールはベンゼンから別の方法によっても合成できる。(a)ベンゼンに鉄粉を加え、塩素を作用させるとクロロベンゼンが生成する。クロロベンゼンを高温・高圧条件下にて水酸化ナトリウムの水溶液と反応させるとナトリウムフェノキシドが生成する。(b)ナトリウムフェノキシドの水溶液に二酸化炭素を通じるとフェノールが得られる。また、融解させたフェノールはアルコールと同じように単体のナトリウムと反応し、（イ）を発生する。

ナトリウムフェノキシドの水溶液を塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液に加えると、橙赤色の化合物 B が得られる。(c)アニリンの希塩酸溶液に 0～5℃以下で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られる。塩化ベンゼンジアゾニウムは 5℃以下の水溶液中では安定であるが、(d)温度が高いと分解してフェノールを生成する。

(1) 空欄（ア）、（イ）に当てはまる化合物の名称を答えよ。

(2) 化合物 A と化合物 B の構造式を記しなさい。

(3) 下線部 (a) の反応では、鉄粉と塩素から生じた化合物 C が触媒として働いている。また、サリチル酸に化合物 C の水溶液を加えると赤紫色を呈する。化合物 C の化学式を記しなさい。

(4) 下線部 (a) ～ (d) の反応を化学反応式で記しなさい。

[解答欄]

No. 3	(1)	ア :
		イ :
	(2)	A :
		B :
	(3)	
	(4)	(a)
		(b)
		(c)
		(d)