

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】 質量 M [kg]のエレベーター内に、一端を天井に固定した軽いばねをつるす。ばねの自然の長さは l [m]で、ばね定数は k [N/m]であるとする。重力加速度の大きさを g [m/s²], 円周率を π として、以下の問いに答えなさい。

エレベーターが静止しているとき、ばねの他端に質量 m [kg]の重りを静かにつると、ばねが伸びた。

(1) ばね全体の長さを, l, k, m, g を用いて表しなさい。

次に、エレベーターが加速度 a で鉛直上方に移動した。すると、ばねが一定の長さに伸びた。

(2) ばねにかかる力の大きさを, l, k, M, m, a, g のうち、必要な変数を用いて表しなさい。

(3) ばね全体の長さを, l, k, M, m, a, g のうち、必要な変数を用いて表しなさい。

次に、エレベーターが一定の速度で移動するようになると、ばねは単振動を始めた。

(4) ばねの単振動の周期を, l, k, m, g のうち、必要な変数を用いて表しなさい。

[解 答 欄]

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

【No. 2】 全体の質量が 400 [kg]、空気を溜めこむ球体内部の体積が 2000 [m³]で一定の熱気球がある。ただし、熱気球全体の質量は空気の重さを除いたものとし、球体以外の体積については考慮に入れないものとする。

熱気球の球体を加熱すると、球体内にある空気が膨張し、球体の開口部から一部の空気が排出される。このとき、開口部の内外の圧力は等しくなる。ただし、球体外部の温度や圧力には一切影響を及ぼさないものとする。

いま、標準状態 (0°C・1 気圧) で空気は理想気体であるものとし、空気の密度を 1.3 [kg/m³]として、以下の問いに答えなさい。

(1) 標準状態で熱気球の球体内部にある空気の物質量を、有効数字 2 桁で求めなさい。

(2) 空気のモル質量 M [kg/mol]、空気の密度 ρ [kg/m³]、空気の体積 V [m³]として、空気の物質量を、 M , ρ , V を用いて表しなさい。

球体内の空気を加熱すると、球体内の温度が 27 [°C]に達した。

(3) このときの球体内の空気の密度を、有効数字 2 桁で求めなさい。

さらに球体内の空気を加熱すると、熱気球が浮上を始めた。

(4) 熱気球が浮上を始めるときの球体内の温度(°C)を、整数値で求めなさい。

〔解答欄〕

No. 2	(1)	[mol]
	(2)	[mol]
	(3)	[kg/m ³]
	(4)	[°C]

【No. 3】 振動数 680 [Hz]の音波を出す音源 A が、10.0 [m/s]の速さで等速直線運動している。また、観測者 P は、振動数 720 [Hz]の音波を出す音源 B を持っている。音波の伝わる速さを 330 [m/s]として、以下の問いに答えなさい。

観測者 P は、音源 A の進行方向の正面に静止している。

(1) 観測者 P が聞く音源 A の振動数を、整数値で求めなさい。

次に、観測者 P はまっすぐ音源 A に向かって、加速度 0.5 [m/s²]で移動し始めた。移動し始めてから経過した時間を t [s]とする。

(2) 観測者 P が聞くうなりの回数が、はじめて 1 秒あたり 6 回以下になるときの時間 t_1 [s]を、整数値で求めなさい。

そのまま、音源 A は等速直線運動を、観測者 P は等加速度直線運動を続けた。観測者 P と音源 A がすれ違った後、ある時点 t_2 [s]で、観測者 P が聞く 2 つの音は純正短三度の音程となった。

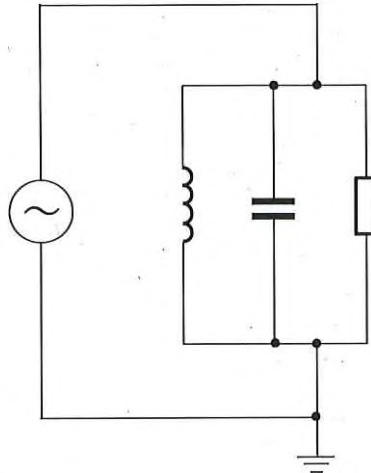
(3) 純正短三度の音程とは、振動数の比が 5 : 6 であることを意味する。このときの時間 t_2 [s]を、整数値で求めなさい。

〔解答欄〕

No. 3	(1)	[Hz]
	(2)	[s]
	(3)	[s]

【No. 4】 下図のように、交流電源に対して並列に接続された、コイル、コンデンサー、抵抗からなる回路について考える。

交流電源の交流電圧は、時刻 t [s] において $100 \sin 400t$ [V] と表されるものとする。また、コンデンサーの電気容量を C [F]、コイルの自己インダクタンスを L [H]、抵抗を 20Ω とする。この回路について、それぞれが接続されてから十分な時間が経過したものとして、以下の問いに答えなさい。



- (1) コンデンサーに流れる電流の最大値を、 C を用いて表しなさい。
- (2) コイルに流れる電流の最大値を、 L を用いて表しなさい。
- (3) 時刻 t において交流電源を流れる電流を、 t 、 C 、 L を用いて表しなさい。ただし、三角関数の合成は行わなくてよいものとする。

〔解答欄〕

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

[化 学]

【No. 1】 モル濃度 1.0 [mol/L]の硫酸 100 [mL]に、ある量のアンモニアを吸収させた。その後、1.0 [mol/L]の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、40 [mL]で中和点に達した。

- (1) 硫酸に吸収されたアンモニアの物質量を求めなさい。
- (2) この滴定方法の名称を答えなさい。

アンモニア水は、次の式のような電離平衡の状態にある。



いま、モル濃度が 0.92 [mol/L]のアンモニア水が 100 [mL]あるとする。また、アンモニアの電離定数は $K_b = 2.3 \times 10^{-5}$ [mol/L]とする。

- (3) このアンモニア水の電離度 α を、有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、 $\alpha \ll 1$ であるため、計算の際は $1 - \alpha \doteq 1$ と近似してよいものとする。
- (4) このアンモニア水の pH を、小数第 1 位まで求めなさい。ただし、必要なときは以下の数値を利用しなさい。 $\log_{10}2 = 0.30$ $\log_{10}3 = 0.48$

[解 答 欄]

No. 1	(1)	[mol]
	(2)	
	(3)	[mol/L]
	(4)	[mL]

【No. 2】 銀イオン、アルミニウムイオン、銅(II)イオン、亜鉛イオン、ナトリウムイオンの各金属イオンを含む硝酸塩水溶液を、以下の①~⑤の要領でそれぞれのイオンに分離した。以下の問いに答えなさい。ただし、微細な反応については無視できるものとする。

- ① 塩酸を加えたところ、白色沈殿 A が生じた。
- ② ①の濾液に硫化水素を通じたところ、黒色沈殿 B が生じた。
- ③ ②の濾液を煮沸して硫化水素を取り除き、冷却したあとにアンモニア水を十分に加えたところ、白色沈殿 C が生じた。
- ④ ③の濾液に硫化水素を通じたところ、白色沈殿 D が生じた。
- ⑤ ④の濾液に塩酸を加えたものを溶液 E とする。

(1) 沈殿 A に過剰にアンモニア水を加えたときに生じる、錯イオンのイオン式を書きなさい。

(2) 沈殿 C に水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの化学反応式を書きなさい。

(3) 沈殿 D の化学式を書きなさい。

(4) 溶液 E を、白金線の先につけてバーナーの炎に入れたときに、呈する色を書きなさい。

〔解答欄〕

No. 2	(1)	
	(2)	
	(3)	
	(4)	

【No. 3】 以下の問いに答えなさい。ただし、解答の際、それぞれの化学式ではベンゼン環を記すものとする。

- ① ベンゼンを濃硫酸とともに熱すると、ベンゼンスルホン酸が生成される。
- ② ベンゼンスルホン酸に水酸化ナトリウムを加えて融解すると、ナトリウムフェノキシドが得られる。
- ③ ナトリウムフェノキシドに高温・高圧で二酸化炭素を反応させると、サリチル酸ナトリウムが得られる。
- ④ サリチル酸ナトリウムの水溶液に希塩酸を加えると、サリチル酸が得られる。

サリチル酸に無水酢酸を反応させると、解熱鎮痛剤に用いられる（ A ）が生成される。また、サリチル酸に濃硫酸とメタノールを作用させると、外用塗布薬に用いられる（ B ）が生成される。

- (1) ①の化学反応式を書きなさい。
- (2) ③の化学反応式を書きなさい。
- (3) 文中空欄 A の名称および化学式を書きなさい。
- (4) 文中空欄 B の名称および化学式を書きなさい。
- (5) サリチル酸 2.0g から（ A ）が 1.7g 生成された場合の収率を、有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、原子量はそれぞれ H=1.0, C=12, O=16 とする。

[解 答 欄]

No. 3	(1)		
	(2)		
	(3)	名称	化学式
	(4)	名称	化学式
	(5)	[%]	