

【物理】 出題の意図

I	この問題は、万有引力を受ける物体の運動についての問題である。万有引力の法則、等速円運動と向心力、運動量保存則、力学的エネルギー保存則、ケプラーの法則について、まず公式の基礎知識が身についているかを確認し、次にそれらを組み合わせて物体の速さ、質量、楕円軌道の位置や周期の関係を求める応用力・計算力が備わっているかを測ることを目的としている。
II	電界・磁界が加えられた時の導体・半導体中における荷電粒子の運動から、導体・半導体に生じる効果までを考える能力があるかどうかを問うため ・電界・磁界が導体・半導体中における荷電粒子の運動に与える影響を答えられるか ・荷電粒子の運動から導体・半導体に生じる効果を答えられるか
III	媒質を伝わる光を題材に、波動の基本的な性質や現象(屈折、反射、回折、干渉など)についての理解を問う。前半は、光路差から干渉条件を数式的に表現し周期構造の周期を求められるかなど、基礎学力と計算力を確認する問題です。後半は、実際に分光装置の幾何学的サイズを決定できるか、光に関する知識と論理的思考力を確認する問題です。

I

(1)

$$\sqrt{\frac{GW}{R}} \quad [\text{m/s}]$$

(2)

$$2\pi R \sqrt{\frac{R}{GW}} \quad [\text{s}]$$

(3)

$$V_A - V \quad [\text{m/s}]$$

(4)

$$MV_0 = mV_A + (M - m)(V_A - V)$$

(5)

$$\frac{1}{2}mV_A^2 - \frac{GWm}{R} = \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{GWm}{8R}$$

(6)

$$\frac{1}{2}RV_A\Delta t \quad [\text{m}^2]$$

(7)

$$\frac{1}{8}V_A \quad [\text{m/s}]$$

(8)

$$\frac{4}{3}$$

(9)

$$\frac{2}{3}V_0 \quad [\text{m/s}]$$

(10)

$$\frac{5}{6}$$

(11)

$$\frac{2}{7}$$

(12)

$$\left(\frac{L_p}{L_Q}\right)^{\frac{3}{2}}$$

(13)

$$\left(\frac{9}{2}\right)^{\frac{3}{2}}$$

II

(1)	$\frac{b\rho}{a^2}$ [Ω]	(2) 大きさ $\frac{eRI}{b}$ [N]	向き y軸正の向き, y軸負の向き
-----	-------------------------	-----------------------------	----------------------

(3)	$v_m = \frac{eRI}{kb}$ [m/s]
-----	------------------------------

(4) 大きさ ev_mB [N]	向き z軸正の向き, z軸負の向き
---------------------	----------------------

(5) $V_m = v_mB a$ [V]	(6) $n = \frac{IB}{eaV_m}$ [個/m ³]
------------------------	--

(7) 大きさ $ev_s B$ [N]	向き z軸正の向き, z軸負の向き	(8) 正, 負
----------------------	----------------------	----------

(9) $\frac{V_m}{V_s} n$ [個/m ³]

(10) 大きさ $\frac{ev_s B}{2}$ [N]	向き z軸正の向き, z軸負の向き
---------------------------------	----------------------

(11) $V_s \cos \theta$ [V]

(12) 大きさ $ev_s B$ [N]	向き (エ)
-----------------------	-----------

(13) 等電位線 (ケ)

電位 点Pの電位 > 点Qの電位, 点Pの電位 = 点Qの電位, 点Pの電位 < 点Qの電位

III

問1

(1) 経路差	$D (\sin \theta_2 + \sin \phi_2)$	[m]
---------	-----------------------------------	-----

樹脂層中での波長	$\frac{\lambda}{n}$ [m]
----------	-------------------------

(2)	$D (\sin \theta_2 + \sin \phi_2) = m \frac{\lambda}{n}$
-----	---

(3)	$\sin \phi_2 = \frac{1}{n} \left(\frac{m\lambda}{D} - \frac{1}{2} \right)$
-----	---

(4)	$-\frac{1}{n} < \sin \phi_2 < \frac{1}{n}$
-----	--

(5)	$-\frac{D}{2\lambda} < m < \frac{3D}{2\lambda}$
-----	---

(6)	$1.60 \times 10^{-6} \quad \text{m}$
-----	--------------------------------------

(7)	5
-----	---

問2

(8) (ア)

(9) $4.00 \times 10^{-7} \text{m}$ のとき	$8.00 \times 10^{-7} \text{m}$ のとき
$\sin \phi_1 = 0.25$	$\sin \phi_1 = 0.50$

(10)	$0.16 \quad \text{m}$
------	-----------------------

出題意図

後期

I 濃度が十分に薄い希薄溶液について、特にコロイド溶液と浸透圧に焦点を当て、これらに関する基礎的な理解度および種々の知識を組み合わせた応用力・計算力を問いました。

II 酸素とオゾンを中心に物質の化学的性質や反応性について知識と適切な化学反応式を理解できているか問う問題です。また、酸化還元反応を理解した上での計算式の記述や様々な酸化物の性質と化学反応についての応用力を問いました。

IIIA 代表的な官能基をもつ脂肪族有機化合物の性質と反応性の理解を確認する構造決定の問題です。異性体や不斉炭素などの情報も含めて総合的に分析して論理的に構造を導き出す思考力も問いました。

IIIB 天然高分子化合物を構成している物質や、天然高分子化合物の代替材料である合成高分子化合物について、その分子の構造や物性についての問題です。高分子化合物の成形過程については、その原理について理解しているかを問いました。

I

問1

b

問2

2	ゾル	3	ゲル	4	キセロゲル	5	チンダル
6	ブラウン	7	分子	8	会合(ミセル)	9	乳化

問3

(ア)

(式)

$$\Pi V = nRT$$

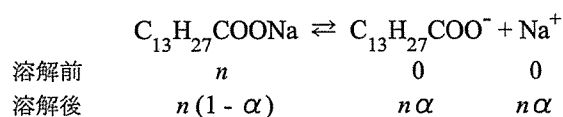
(名前)ファントホッフ

(イ)

与えられた関係式から、浸透圧 Π は、

$$\Pi = 60.5 \times 10^{-3} \text{ (kg)} \times 9.80 \text{ (m/s}^2\text{)} / \{4.90 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)}\} = \underline{1.21 \times 10^3 \text{ Pa}}$$

(ウ)

ミリスチン酸ナトリウム(分子量250)の物質質量(mol)を n 、電離度を α とすると、となり、合計物質質量(mol)は $n(1 + \alpha)$ となる。(ア)の浸透圧式に、 $\Pi = 1.21 \times 10^3 \text{ Pa}$,

$$V = 100 \text{ cm}^3 = 0.100 \text{ L}, \quad n = \{6.40 \times 10^{-3} / 250\} \times (1 + \alpha), \quad R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}),$$

 $T = 27.0 + 273 = 300 \text{ K}$ を代入すると、

$$(1.21 \times 10^3) \times 0.1 = (2.56 \times 10^{-5}) \times (1 + \alpha) \times (8.3 \times 10^3) \times 300$$

$$\text{よって, } \alpha = 0.8982... = \underline{0.90}$$

問4

液面差が8.00cmなので、水(左側)から水溶液(右側)に移動した(浸透した)水の量は、
 $(1/2) \times 8.00 \times 4.90 = 19.6 \text{ cm}^3$ (または19.6 g) である。よって、平衡後の水溶液量は、
 $(100 + 19.6) = 119.6 \text{ cm}^3$ である。

液面の差分が両液を釣り合わせる力、すなわち圧力に相当する。差分の水溶液は、

$$8.00 \times 4.90 = 39.2 \text{ cm}^3 \text{ (または39.2 g) なので、浸透圧}\Pi\text{は、}$$

$$\Pi = 39.2 \times 10^{-3} \text{ (kg)} \times 9.80 \text{ (m/s}^2\text{)} / 4.90 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)} = 784 \text{ Pa}$$

となる。加えたミリスチン酸ナトリウムを $x \text{ mg}$ とし、これらを浸透圧式に代入すると、

$$784 \times (119.6 / 1000) = \{x \times 10^{-3} / 250\} \times 1.9 \times (8.3 \times 10^3) \times 300$$

よって、

$$x = 784 \times 119.6 \times 250 \times 10^3 / (10^3 \times 1.9 \times 8.3 \times 10^3 \times 300) = 4.954... \\ = \underline{5.0 \text{ mg}}$$

II

問 1 A:地殻 B:同素体 C:折れ線 D:成層

問 2 (1) $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

(2) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

問 3

2.0A の電流で 5 時間 22 分間放電すると 38640(C)

$38640/96500 = \text{約 } 0.400$ (mol) の電子が必要,

+極では酸素 1 分子と 4 電子が反応するので酸素分子は 0.100 (mol) 必要

$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ より過酸化水素は約 0.200 (mol) 必要

0.50 mol / L の過酸化水素水溶液なら 4.0×10^{-1} (L) または 0.40 (L)

問 4 青紫色 (青色)

$\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$

問 5 赤褐色 (赤色)

$3\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow 3\text{NO}_2$ (または $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$)

問 6 実験室内では乾燥空気中の酸素に無声放電を行うか, 紫外線を当ててオゾンを生じさせる。

問 7 酸性酸化物: P_4O_{10} , SO_3 , Cl_2O_7 両性酸化物: Al_2O_3

塩基性酸化物: Na_2O , MgO

問 8 H_3PO_4 , H_2SO_4 , HClO_4

問 9

① $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

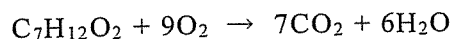
② $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCrO}_4 + 2\text{KOH}$

III A

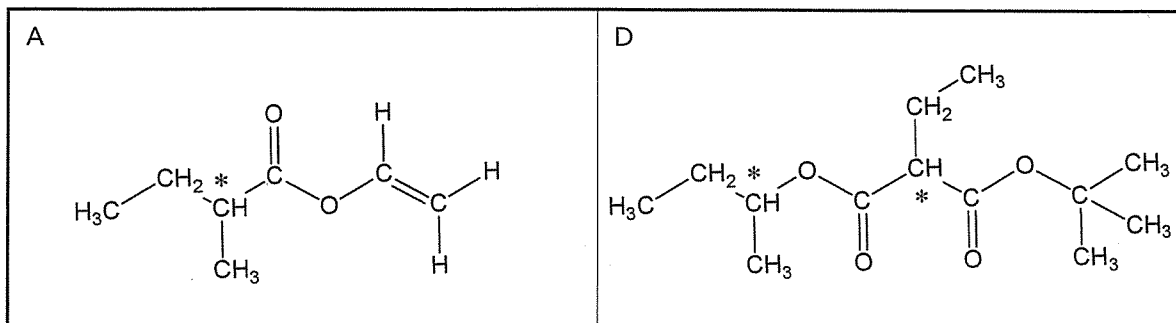
問 1

C: $30.8 \times 12/44 = 8.4\text{mg}$ H: $10.8 \times 2.0/18.0 = 1.2\text{mg}$ O: $12.8 - (8.4 + 1.2) = 3.2\text{mg}$
 C:H:O = $8.4/12 : 1.2/1.0 : 3.2/16 = 0.7 : 1.2 : 0.2 = 7 : 12 : 2$ 組成式 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$

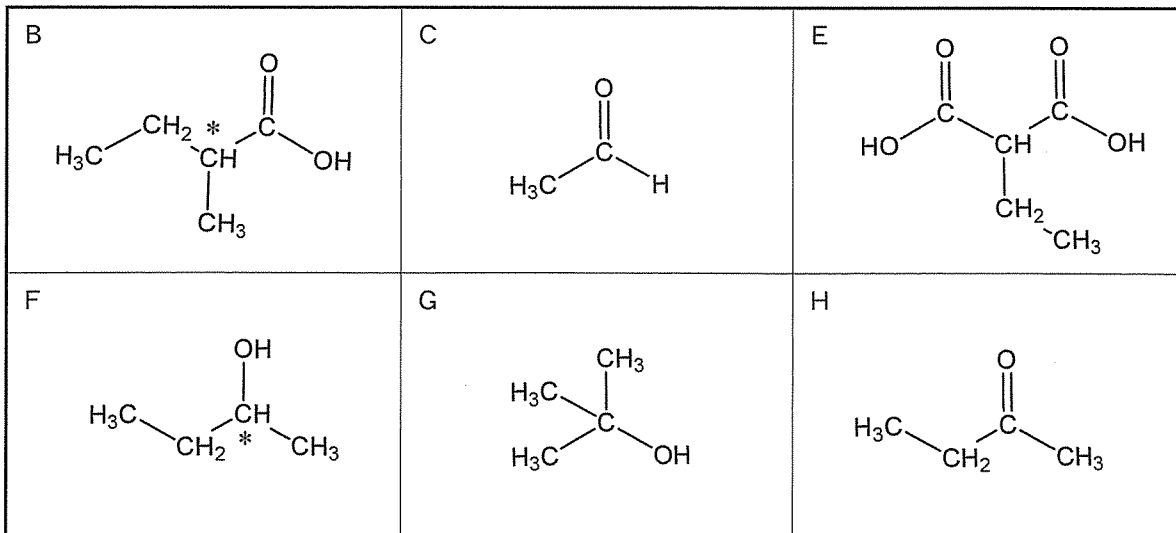
問 2



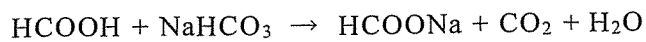
問 3



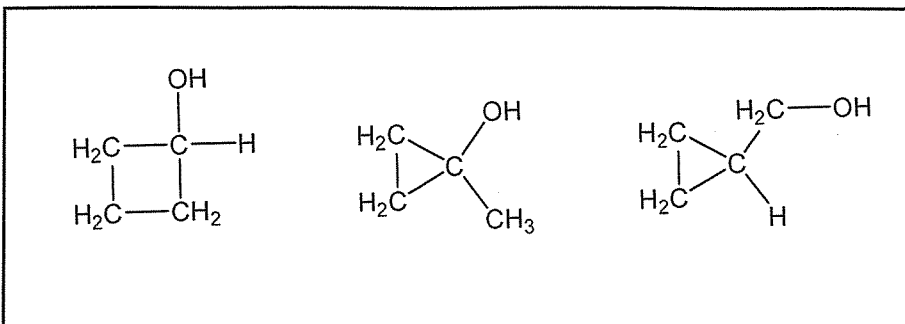
問 4



問 5



問 6



ⅢB

問 1

ア 単糖	イ ヌクレオチド	ウ ラテックス
エ 凝固 or 凝析 or 沈殿	オ アセタール	カ 付加

問 2

A $\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{OH} \end{array} \right]_n$	B $\left[\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ -\text{CH}_2 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \end{array} \right]_n$
---	--

問 3

a, b, c, d

問 4

b, d, e

問 5

グアニンとシトシン (3)	アデニンとチミン (2)
---------------	--------------

問 6

1 シス・トランス	理由 分子の熱運動が激しくなる		
2 縮む さらに伸びる	3 シス・トランス	4 大きい・小さい	5 硬い 柔らかい

問 7

ガラス成形時に、二酸化ケイ素の結晶構造中の Si-O 結合の一部が切れて、
隙間に Na ⁺ イオンが入り込み、不規則な構造のまま固まるため。

問 8

加えた後の全体の質量を 100 g とした場合、ポリイソプレンは 68 g で硫黄は 32 g となる。 ポリイソプレン (式量 68) の繰り返し単位の数 $68/68 = 1$ であり、硫黄原子 (原子量 32) の数は $32/32 = 1$ となり、その比率は 1:1 となる。
