

化 学 問 題

(この問題は5題からなっている)

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. 解答用紙への記入には、必ず**HB**の黒鉛筆を使用しなさい。
3. 解答用紙を折り曲げたり、破いたり、汚したりしてはならない。採点が不可能になる。
4. 合図があったら、解答用紙の左上部の空欄に受験番号を記入しなさい。
5. 試験中にページの脱落等に気づいた場合は、手をあげて監督者に知らせなさい。解答用紙の汚れ等に気づいた場合も、同様に知らせなさい。
6. 解答は解答用紙の指定された場所に記入し、その他の部分には何も書いてはならない。裏面にも何も書いてはならない。
7. 解答にあたっては、マークすることを要求された欄を
マーク例に従ってぬりつぶしなさい。
たとえば、aにマークするときは、 $\overset{a}{\bullet} \overset{b}{\circ} \overset{c}{\circ}$ のように
マークする。
8. 一度記入したマークを消す場合には、消しゴムできれいに消さねばならない。
×をつけても消したことにはならない。
9. 計算や下書きは、問題冊子の余白を利用しなさい。
10. 計算機を使用してはならない。また、携帯電話やスマートフォンなどの通信機器は、必ず電源を切って鞆の中にしまいなさい。
11. 不正行為に対しては厳正に対処する。不正行為を行った場合、その時点で化学の受験を停止とし、すべての解答を無効とする。
12. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

マーク例

良	不良
●	● × ●

1 問1～問8に答えなさい。

問1 次の元素のうち、分子からなる単体が存在するものは何個あるか。a～eから選びなさい。

ヘリウム リン 硫黄 鉄 ヨウ素 炭素

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問2 化合物 a～eのうち、M殻に2個の価電子をもつ原子のイオンと、M殻に7個の価電子をもつ原子のイオンからなるものを1つ選びなさい。

a NaF b NaCl c KCl

d MgF_2 e $MgCl_2$

問3 次の分子のうち、極性分子は何個あるか。a～eから選びなさい。

二酸化炭素 水 アンモニア メタノール 硫化水素 四塩化炭素

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問4 記述 a～eのうち、誤っているものを2つ選びなさい。

a 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生した。

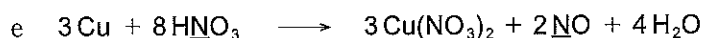
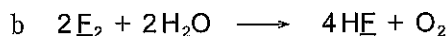
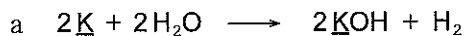
b スクロース(シヨ糖)に濃硫酸を加えると、二酸化炭素が発生した。

c 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると、硫化水素が発生した。

d 銅片に熱濃硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生した。

e 亜鉛に希硫酸を加えると、水素が発生した。

問5 反応式 a～e のうち、反応の前後で下線部の原子の酸化数が最も大きく減少するものを1つ選びなさい。



問6 次の金属イオンをそれぞれ含む水溶液に硫化水素を通じたとき、水溶液が強酸性でも塩基性でも硫化物が沈殿するものは何個あるか。a～e から選びなさい。



a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

問7 金属に関する記述 a～e のうち、誤っているものを2つ選びなさい。

- a 金属元素のうち、鉄は地殻中で最も多く存在する元素である。
- b 合金の中には、低温状態で電気抵抗が0(ゼロ)になるものがある。
- c 面心立方格子において、単位格子の一辺の長さは原子の半径の2倍である。
- d 金属が展性を示すのは、金属結晶内の原子どうしが自由電子によって結合しているからである。
- e 鉄やニッケルを濃硝酸に浸すと、それらの表面が反応して緻密な酸化物の被膜を生じ、反応が進行しなくなる。

問8 合金Mは、金属原子間に水素を水素原子として取り込むことのできる水素吸蔵合金であり、その単位格子は、ランタンLa原子1個とニッケルNi原子5個からなるものとする。217 gの合金Mが1.8 gの水素原子を吸蔵したとき、単位格子あたり平均何個の水素原子が合金Mに吸蔵されているか。最も近い数値をa～eから選びなさい。ただし、原子量はH=1.0, Ni=59, La=139とする。

- a 0.90 b 1.2 c 1.8 d 3.6 e 7.2

- 2 問1～問3に答えなさい。ただし、原子量はH=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Cl=35.5, Cu=63.5とする。また、標準状態(0℃, 1.013×10^5 Pa)における気体のモル体積は22.4 L/molとする。

問1 (1)～(4)に答えなさい。

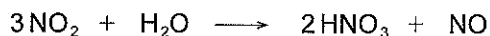
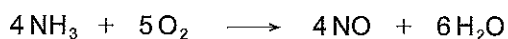
- (1) 質量パーセント濃度50.0% (密度 1.40 g/cm^3)の硫酸0.500 Lに gの水を加えて30.0%の硫酸にした。 はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a 140 | b 280 | c 467 |
| d 500 | e 607 | f 747 |

- (2) 10 molのアンモニアをすべて1.0 Lの水(密度 1.0 g/cm^3)に吸収させて、アンモニア水(密度 0.94 g/cm^3)をつくった。このアンモニア水のモル濃度[mol/L]はいくらか。最も近い数値をa～fから選びなさい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a 5.0 | b 6.0 | c 7.0 |
| d 8.0 | e 9.0 | f 10 |

- (3) オストワルト法では、アンモニアを原料とし次の3段階の反応で硝酸 HNO_3 を合成する。



126 kgの硝酸 HNO_3 を合成するのに必要なアンモニアは、標準状態で何Lか。最も近い数値をa～fから選びなさい。ただし、アンモニアはすべて硝酸 HNO_3 になったものとする。

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| a 5.60×10^3 | b 1.12×10^4 | c 2.24×10^4 |
| d 4.48×10^4 | e 8.96×10^4 | f 1.79×10^5 |

- (4) 塩化銀 AgCl の飽和水溶液 1.00 L に、塩化ナトリウム $5.85 \times 10^{-2} \text{ g}$ を加えると、水溶液中の銀イオン Ag^+ の濃度は何 mol/L になるか。最も近い数値を a ~ f から選びなさい。ただし、 AgCl の溶解度積 K_{sp} は $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ とする。また、塩化ナトリウムは水溶液中ですべて電離し、塩化ナトリウムを加えたことによる水溶液の体積変化は無視できるものとする。

a 1.8×10^{-7}

b 9.0×10^{-7}

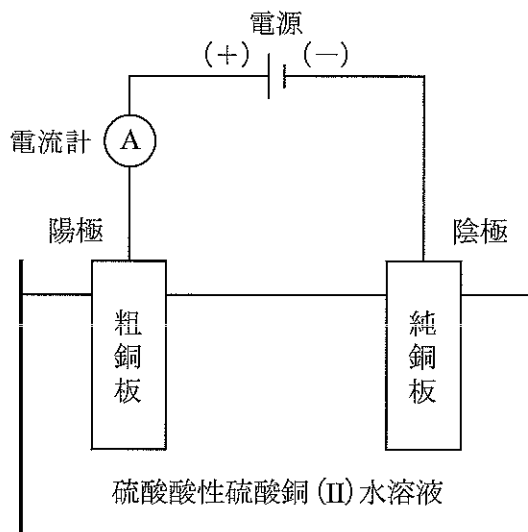
c 1.8×10^{-6}

d 9.0×10^{-6}

e 1.8×10^{-5}

f 9.0×10^{-5}

- 問2 図のような装置を用い、銅の電解精錬の実験を行った。すなわち、電解槽に硫酸酸性硫酸銅(II)水溶液を入れ、少量の不純物を含む銅(粗銅)板を陽極、純銅板を陰極として、低電圧(0.2～0.3 V)で電気分解を行った。(1)と(2)に答えなさい。ただし、ファラデー定数 F は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。



図

- (1) 粗銅板に含まれる不純物が亜鉛、金、銀、鉄、鉛、ニッケルのとき、単体のまま陽極板の下に沈殿した金属(陽極泥)を a～f からすべて選びなさい。

a 亜鉛	b 金	c 銀
d 鉄	e 鉛	f ニッケル

- (2) 0.536 A の電流を 300 分間流して電気分解を行ったとき、陰極に析出した純銅は何 g か。最も近い数値を a～f から選びなさい。ただし、電気エネルギーはすべて電気分解に使われたものとする。

a 1.6	b 3.2	c 4.8
d 6.2	e 8.0	f 9.6

問3 $2.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の水酸化バリウム水溶液 400 mL(A液)を過不足なく中和するのに必要な $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の希塩酸は $x \text{ mL}$ である。(1)～(3)に答えなさい。ただし、水のイオン積 K_w は $1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$, $\log_{10} 2.0 = 0.30$ とする。また、強塩基と強酸は、水溶液中で完全に電離しているものとする。

(1) x はいくらか。最も近い数値を a～f から選びなさい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 25.0 | b 50.0 | c 75.0 |
| d 100 | e 150 | f 200 |

(2) A液に、 $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の希塩酸 $\frac{x}{2} \text{ mL}$ を加えてよくかき混ぜた。この水溶液の pH はいくらになるか。最も近い数値を a～f から選びなさい。ただし、水溶液の体積は $\left(\frac{x}{2} + 400\right) \text{ mL}$ になったものとする。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a 11.3 | b 11.7 | c 12.0 |
| d 12.3 | e 12.7 | f 13.0 |

(3) A液に、 $1.00 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ の希塩酸 $2x \text{ mL}$ を加えてよくかき混ぜた。この水溶液の pH はいくらになるか。最も近い数値を a～f から選びなさい。ただし、水溶液の体積は $(2x + 400) \text{ mL}$ になったものとする。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a 1.6 | b 2.0 | c 2.3 |
| d 2.7 | e 3.0 | f 3.3 |

3 問1と問2に答えなさい。

問1 沸騰している純水 50 mL に 20 % 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 2 mL を加え、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液をつくった。このコロイド溶液をセロハンチューブに入れ、純水 100 mL の入ったビーカーに浸し透析を行った。(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 次の文の **ア** と **イ** に入る語句の組合せ a～d のうち、正しいものを選びなさい。

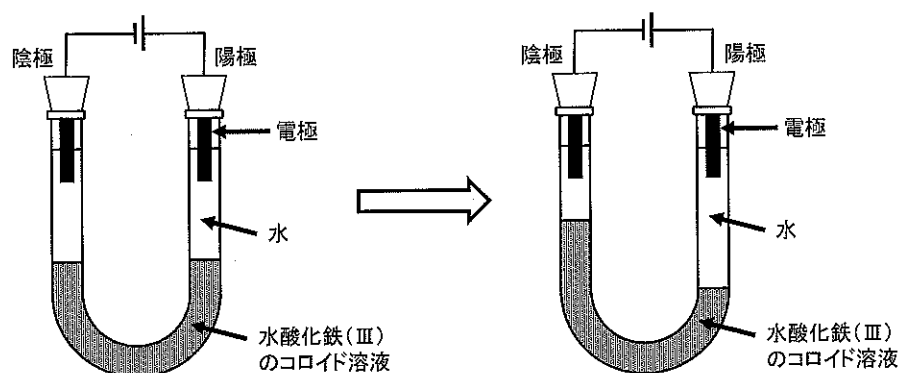
透析後の外液の一部を2本の試験管にとり、一方にプロモチモールブルー溶液を加えたところ、液は **ア**。また、もう一方にフェノールフタレイン溶液を加えたところ、液は **イ**。

	ア	イ
a	黄色くなった	赤くなった
b	青くなった	無色のままであった
c	黄色くなった	無色のままであった
d	青くなった	赤くなった

- (2) 透析後のセロハンチューブ内に残った水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に横から強い光を当てると、光の進路が明るく輝いて見えた。物質 a～g をそれぞれ水に溶かしたとき、同じ現象が見られるものを2つ選びなさい。

- a スクロース b アンモニア c デンプン
d 卵白 e 硫酸銅(Ⅱ) f 塩化ナトリウム
g 硝酸銀

- (3) 透析後の水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液をU字管に入れ、コロイド溶液の液面と電極の間を水で満たし、直流電圧をかけると、図のようにコロイド粒子が移動した。水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドを凝析させるために水溶液を加えるとき、最も少量でよいものは、a～eのどのイオンを含む水溶液か。a～eから1つ選びなさい。ただし、各水溶液中のイオンのモル濃度はすべて同じとする。



図

- a ナトリウムイオン b カルシウムイオン c アルミニウムイオン
 d 塩化物イオン e 硫酸イオン
- (4) コロイド溶液の凝析に関する記述 a～eのうち、誤っているものを2つ選びなさい。
- a 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に、ゼラチンのコロイド溶液を加えると、凝析しにくくなる。
 b 油性インクのコロイド溶液に、アラビアゴムのコロイド溶液を加えると、凝析しにくくなる。
 c 炭のコロイド溶液に、にかわのコロイド溶液を加えると、凝析しにくくなる。
 d 豆乳に、にがりを加えると、凝析しにくくなる。
 e セッケンの水溶液に、塩化カルシウムの水溶液を加えると、凝析しにくくなる。

問2 ペプチドとその加水分解物に関する(1)～(4)に答えなさい。ただし、水の凝固点は 0°C 、水のモル凝固点降下は $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とする。また、ペプチドおよびアミノ酸は、非電解質としてふるまうものとする。

(1) ペプチドX 10.56 g を水 500 g に溶かし、その水溶液の凝固点を測定したところ、 -0.074°C であった。このペプチドXの分子量はいくらか。最も近い数値をa～eから選びなさい。

- a 237 b 264 c 315
d 528 e 1056

(2) ペプチドX 10.56 g を完全に加水分解してアミノ酸の混合物を得た。このアミノ酸の混合物を水 1000 g に溶かした(A液)。A液の凝固点を測定したところ、 -0.222°C であった。ペプチドXを構成しているアミノ酸の数はいくつか。a～eから選びなさい。

- a 3 b 4 c 5 d 6 e 7

(3) 希薄な水溶液の浸透圧 Π [Pa]と水溶液のモル濃度 c [mol/L]、絶対温度 T [K]の間には、次のような関係が成り立つ(ファンツホッフの法則)。

$$\Pi = cRT \quad (R \text{ は気体定数})$$

(2) でつくったA液の 37°C における浸透圧は何Paか。最も近い数値をa～eから選びなさい。ただし、気体定数 R は $8.3 \times 10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、A液の密度は $1.0\text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

- a 1.0×10^5 b 1.5×10^5 c 2.1×10^5
d 2.6×10^5 e 3.1×10^5

- (4) ペプチドXは、アラニンとイソロイシンの2種類のアミノ酸からなる鎖状のペプチドである。ペプチドXの1分子に含まれるアラニンの数はいくつか。a～eから選びなさい。ただし、アラニンのモル質量は89 g/mol, イソロイシンのモル質量は131 g/molとする。また、原子量は $H = 1.0$, $O = 16$ とする。

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

4 問1～問8に答えなさい。

問1 分子式 $C_4H_8Cl_2$ の化合物には、何種類の構造異性体があるか。a～eから選びなさい。

a 5 b 6 c 7 d 8 e 9

問2 グリシン2分子，L-アラニン1分子，L-フェニルアラニン1分子からなる鎖状のテトラペプチドは何種類あるか。a～eから選びなさい。

a 6 b 8 c 10 d 12 e 14

問3 炭化水素に関する記述a～eのうち、誤っているものをすべて選びなさい。

- a アルカンは常温では安定であるが、光を当てると塩素 Cl_2 と反応する。
- b シクロプロパンは化学的に不安定で反応性に富み、環を開く反応が起こりやすい。
- c エチレンに臭素 Br_2 を反応させると、1,1-ジブromoエタンを生じる。
- d アセチレンに水を付加させると、エチレングリコールを生じる。
- e アルキンでは、三重結合を構成する2個の炭素原子とそれに結合する原子の合計4個の原子は、常に一直線上に位置する。

問4 油脂Xの分子量は878である。100 gのXには、174 gのヨウ素 I_2 が付加する。Xの1分子中には $C=C$ 結合はいくつあるか。a～fから選びなさい。ただし、原子量は $I = 127$ とし、 $C=C$ 結合1個につき1個のヨウ素 I_2 が付加するものとする。

a 3 b 4 c 5
d 6 e 7 f 9

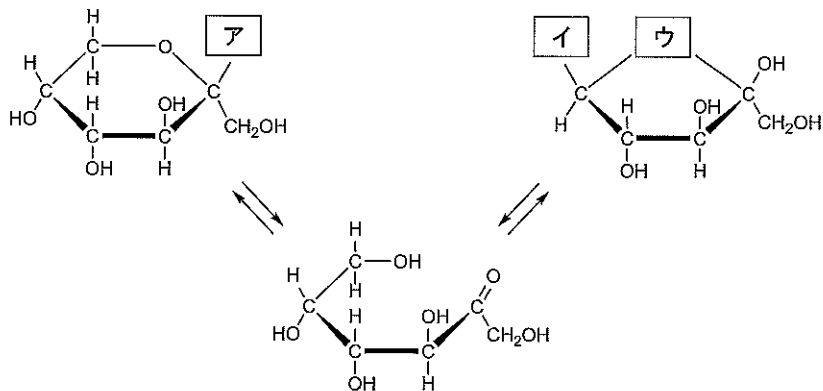
問5 3種類の化合物の混合物をそれぞれ同体積のジエチルエーテルと希塩酸が入った分液ろうとに入れてよく振り混ぜて静置したところ、液は二層になった。3種類の化合物の混合物 a～e のうち、1種類の化合物だけが主に上層に含まれるものを1つ選びなさい。

- a アニリン, ベンゼン, 酢酸エチル
- b トルエン, フェノール, ベンズアルデヒド
- c アニリン, アラニン, ベンゼン
- d 安息香酸, キシレン, グルコース
- e サリチル酸, トルエン, ニトロベンゼン

問6 反応 a～e のうち、水の生成をともしないものを2つ選びなさい。

- a 1-ドデカノールと濃硫酸を反応させると、硫酸水素ドデシルを生じる。
- b ベンゼンと濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると、ニトロベンゼンを生じる。
- c ベンゼンと濃硫酸を加熱して反応させると、ベンゼンスルホン酸を生じる。
- d サリチル酸と無水酢酸を反応させると、アセチルサリチル酸を生じる。
- e 酢酸カルシウムを熱分解させると、アセトンを生じる。

問7 フルクトースは水溶液中で図の平衡状態で存在する。ア～ウにあてはまる官能基あるいは原子の正しい組合せを a～h から選びなさい。

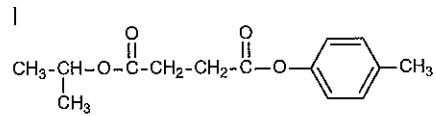
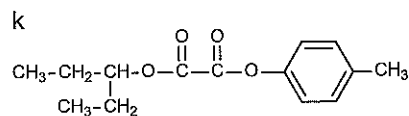
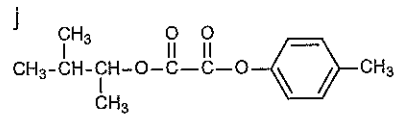
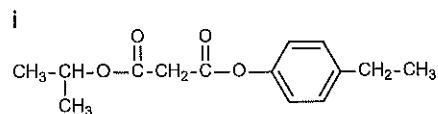
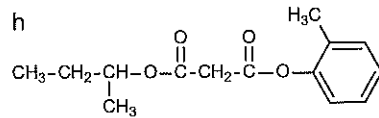
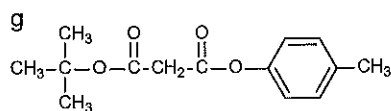
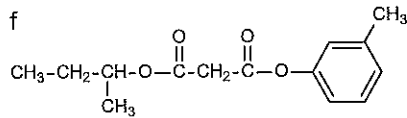
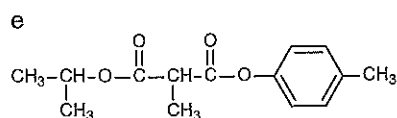
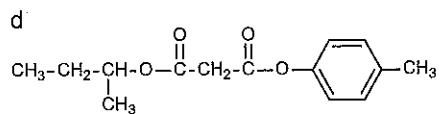
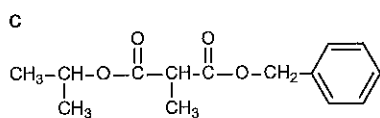
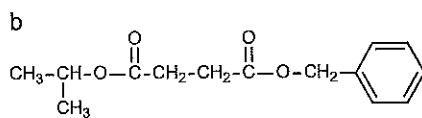
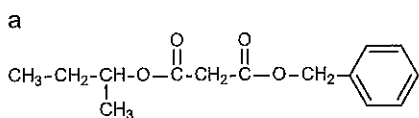


図

	ア	イ	ウ
a	H	OH	CH ₂
b	H	OH	O
c	H	CH ₂ OH	CH ₂
d	H	CH ₂ OH	O
e	OH	OH	CH ₂
f	OH	OH	O
g	OH	CH ₂ OH	CH ₂
h	OH	CH ₂ OH	O

問8 以下の文を読み、化合物Aの構造としてあてはまるものをa～lから2つ選びなさい。

Aは分子式 $C_{14}H_{18}O_4$ の化合物で、エステル結合を持つ。Aに希硫酸を加えて加水分解すると、化合物B、C、Dが得られた。Bは酸性物質で、不斉炭素原子を持たない。Cは不斉炭素原子を持つアルコールで、ヨードホルム反応を示す。一方、Dは塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青色を呈する。Dの炭素原子に結合する水素原子1つを塩素原子で置換すると、3種類の化合物を生じる。



5 問1～問3に答えなさい。

問1 セルロース48.6gを無水酢酸と反応させて、セルロースのヒドロキシ基をすべてアセチル化した。このとき必要な無水酢酸は何gか。最も近い数値をa～eから選びなさい。ただし、原子量はH=1.0, C=12, O=16とし、セルロースのヒドロキシ基1つに対し無水酢酸1分子が反応するものとする。

- a 30.6 b 61.2 c 91.8
d 122 e 153

問2 核酸に関する記述 a～eのうち、正しいものを2つ選びなさい。

- a DNAの4種類の核酸塩基のうち、アデニンはチミンと3本の水素結合で塩基対をつくる。
b 核酸は、糖とリン酸と塩基が結合したヌクレオチドとよばれる構成単位が、多数連なってできた直鎖状の高分子化合物である。
c RNAを構成するヌクレオチドは、リボースの1位と核酸塩基の窒素原子がC-N結合で結ばれている。
d チミンとウラシルは、互いに構造異性体である。
e RNAは、通常二重らせん構造を形成している。

問3 高分子化合物に関する記述 a～eのうち、正しいものを1つ選びなさい。

- a ナイロン6とナイロン66は、ともに縮合重合で工業的に合成される。
b アラミド繊維は芳香族のポリエステル系合成繊維で、共重合で合成される。
c イソプレンが付加重合したポリイソプレンは、二重結合をもたない。
d ポリメタクリル酸メチルとフェノール樹脂は、いずれも熱硬化性樹脂である。
e 塩化ナトリウム水溶液を陽イオン交換樹脂に通すと、流出液は酸性を示す。