

解 答 速 報

近畿大学医学部（前期） 化学

2022年1月30日実施

I

- 問(1) (a) (A) 水素 (B) 窒素 (C) 酸素 (D) 塩素
 (b) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 (c) (ii) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (iii) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 (iv) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
 (d) $2\text{HClO} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{O}_2$
 (e) ラボアジエ
- 問(2) (a) ア ヘモグロビン イ 鉄
 (b) $2.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$
 (c) 3.3×10^8 個
 (d) $2.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
 (e) $9.7 \times 10^{-1} \text{ L}$

解説

- 問(1) (a) キャベンディッシュは水素の発見者である。
 プリーストリー、シェーレ、ラボアジエは酸素の発見者である。
 デービーは塩素やヨウ素を研究した。
 ラボアジエは質量保存の法則を発見しフロギストン説を否定した。
 ちなみに酸化水銀(II)を加熱する反応は次の通り。 $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$
 また硝石(KNO_3)を 400°C 以上に強熱すると次の反応が起こり酸素が発生する。

$$2\text{KNO}_3 \longrightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$$
- (b) イオン化傾向が水素より大きい亜鉛を希硫酸に入れると水素が発生して亜鉛がイオンになる。
 (c) (ii) 石灰水($\text{Ca}(\text{OH})_2\text{aq}$)に二酸化炭素を吸収させる反応。 CaCO_3 の白沈が生じる。さらに二酸化炭素を吹き込み続けると $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ になって沈殿が溶ける。
 (iii) 酸化マンガン(IV)と塩酸(HCl)の反応 = 塩素の実験室的製法である。
 (iv) 塩素は水に少し溶けて塩化水素と次亜塩素酸になる。
 (d) 次亜塩素酸およびその塩は分解して酸素を発生する。
 (e) 質量保存の法則を確立したのはラボアジエである。

◀ 模試・講座のご案内 ▶

医学部進学予備校 **メビオ** では **[後期] 模試 / 後期攻略講座** を実施します

※詳細は最終面をご確認ください

問(2) (a) 赤血球中に含まれる **ア**ヘモグロビンは複合タンパク質の一種で、内部にヘムと呼ばれる錯体を含み、ヘム中の2個の **イ**鉄イオンは酸素分子と結合することができる。ヒトの体内ではこれが血中に巡ることで酸素が運搬されている。

(b) 水 1.0 L に酸素 7.0 mg が溶解しているの、モル濃度は

$$\frac{7.0 \times 10^{-3}}{32} = 0.218... \times 10^{-3} \doteq 2.2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

(c) 水を含む赤血球の平均密度が 1.0 g/cm^3 であるから、赤血球 1 個のなかに含まれるヘモグロビンの質量は $1.0 \times 10^{-10} \times 1.0 \times 0.35 = 3.5 \times 10^{-11} \text{ g}$ 。したがって、

$$\frac{3.5 \times 10^{-11}}{6.45 \times 10^4} \times 6.02 \times 10^{23} = 3.26... \times 10^8 \doteq 3.3 \times 10^8 \text{ 個}$$

(d) ヘモグロビン 1 分子あたり 4 個の酸素分子と結合することができるので、赤血球 1 個に含まれる酸素分子の物質量は

$$\frac{3.5 \times 10^{-11}}{6.45 \times 10^4} \times 4 \text{ mol}$$

赤血球 1 個の体積は $1.0 \times 10^{-10} \text{ cm}^3$ すなわち $1.0 \times 10^{-13} \text{ L}$ であるから、赤血球中の酸素のモル濃度は

$$\frac{\frac{3.5 \times 10^{-11}}{6.45 \times 10^4} \times 4}{1.0 \times 10^{-13}} = 2.17... \times 10^{-2} \doteq 2.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

(なおこれは (b) で求めた値 (\doteq 大気に接する $36 \text{ }^\circ\text{C}$ の水に含まれる酸素のモル濃度) の値の 100 倍となっており、ヘモグロビンの存在により血中で効率よく酸素を運搬できていることがわかる。)

(e) 体内の赤血球中に含まれるヘモグロビンの総物質量は

$$\frac{3.5 \times 10^{-11}}{6.45 \times 10^4} \times 2.0 \times 10^{13} \text{ mol}$$

で、この 4 倍の酸素が赤血球に存在する。その体積は $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 、1 気圧 (標準状態) において

$$\frac{3.5 \times 10^{-11}}{6.45 \times 10^4} \times 2.0 \times 10^{13} \times 4 \times 22.4 = 9.72... \times 10^{-1} \doteq 9.7 \times 10^{-1} \text{ L}$$

(ここでは標準状態における気体 1 mol の体積が 22.4 L であることを利用したが、状態方程式で解いても同じ値が求められる。)

II

- (1) [1] 難溶性の PbCl_2 や PbSO_4 が表面を覆い、内部を保護してしまう
 [2] $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$ [3] $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$
 (2) [4] 0.13 [g] [5] 18 [mol/L] [6] 1.2 [mL]
 (3) [7] PbO_2 [8] 酸化 [9] 負 [10] 正 [11] $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
 [12] $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 [13] 48 [g] [14] 増加 [15] 32 [g] [16] 増加 [17] 22 [%]

解説

- (1) [1] 鉛は水素よりイオン化傾向が大きいので、希塩酸に入れると $\text{Pb} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2$ 、希硫酸に入れると $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2$ の反応が一瞬おこるが、生成する PbCl_2 も PbSO_4 も難溶性でそれが Pb 単体の表面で生成し覆ってしまうと、それ以上内部の Pb 単体が反応できなくなる。

[2] 生成する白色沈殿は $\text{Pb}(\text{OH})_2$ である。

[3] [2] で生成した $\text{Pb}(\text{OH})_2$ は両性水酸化物なので、強塩基である NaOH_{aq} を加えると、
 $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow [\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$ (テトラヒドロキシド鉛(II)酸イオン) となって溶解する。

- (2) [4] $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331$ より、 $4.0 \times 10^{-3} \times \frac{100}{1000} \times 331 = 0.1324 \doteq 0.13 \text{ g}$ ($1.3 \times 10^{-1} \text{ g}$)

[5] $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ より、 $1000 \times 1.8 \times \frac{98}{100} \times \frac{1}{98} = 18 \text{ mol/L}$

[6] 混合する際の希硫酸の濃度を C [mol/L] とおくと、 $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2_{aq}$ も $\text{H}_2\text{SO}_4_{aq}$ も混合後はどちらも体積が2倍となり、それぞれモル濃度が $\frac{1}{2}$ ずつになる。その混合溶液中で PbSO_4 が沈殿しない条件は、

$$[\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] \leq K_{sp} \iff 2.0 \times 10^{-3} \times \frac{C}{2} \leq 2.2 \times 10^{-8} \iff C \leq 2.2 \times 10^{-5}$$

となり、 C の最大値は $2.2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ と求まる。よって、求める値を v [mL] とおくと、

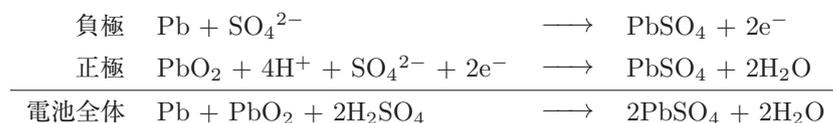
$$\frac{18}{1.0 \times 10^4} \times \frac{v}{1000} = 2.2 \times 10^{-5} \times \frac{100}{1000} \iff v = 1.22... \doteq 1.2 \text{ mL}$$

(3)

- [7] ~ [10] 鉛蓄電池は鉛電極と酸化鉛(IV)電極を希硫酸に浸した電池である。負極の鉛は水素よりもイオン化傾向が大きいのでイオン化しようとするが、その場で溶液中の SO_4^{2-} と不溶性の塩 PbSO_4 をつくるので、極板上にとどまり、負極の質量は増加する。

また正極では強い酸化剤である極板上の PbO_2 が外部回路から流入する電子と優先的に反応して Pb^{2+} となるが、負極と同じく即座に PbSO_4 となって極板上にとどまり、正極の質量は増加する。

- [11], [12] 両極の反応を書くと



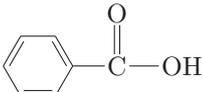
- [13] ~ [16] 上式は電子が 2.0 mol 流れる場合の反応式であるから、流れた電子が 1.0 mol のときは負極の質量は $\frac{96}{2} = 48 \text{ g}$ 増加、正極の質量は $\frac{64}{2} = 32 \text{ g}$ 増加する。

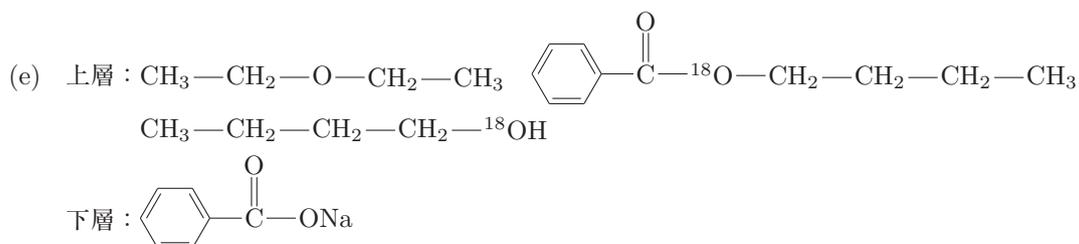
- [17] 上式で流れた電子が 1.0 mol のとき、溶液中から溶質である硫酸が 1.0 mol 消費されるが、溶媒の水が 1.0 mol 増えることになるので、溶液の質量変化は次の表のようになる。

溶液	1000 g	-	80 g	100 g
溶媒	700 g	+	18 g	
溶質	300 g	-	98 g	$x \text{ g}$

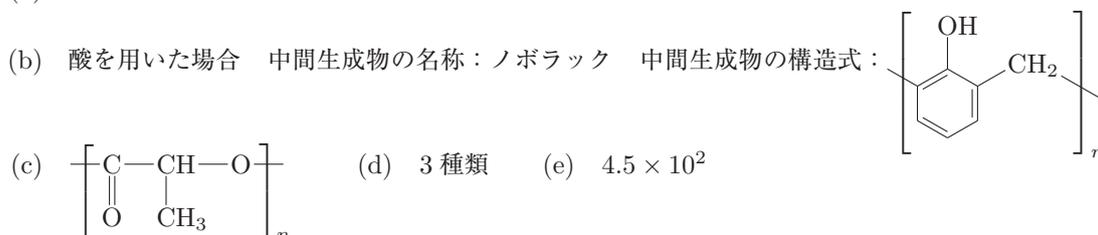
$$\text{求める濃度 } x \text{ [\%]} \text{ は } (1000 - 80) : (300 - 98) = 100 : x \iff x = \frac{202 \times 100}{920} = 21.9 \doteq 22 \%$$

III

- 問 (1) (a) 
- (b) 脱水反応が起こる際、カルボン酸側から-OHが、アルコール側から-Hが脱離するというエステル化の反応機構.
- (c) 4.50 g
- (d) エーテル生成や蒸発などによって反応物である1-ブタノールが容器内から減少し平衡が移動するのを防ぐため、反応温度を上げすぎないようにする.

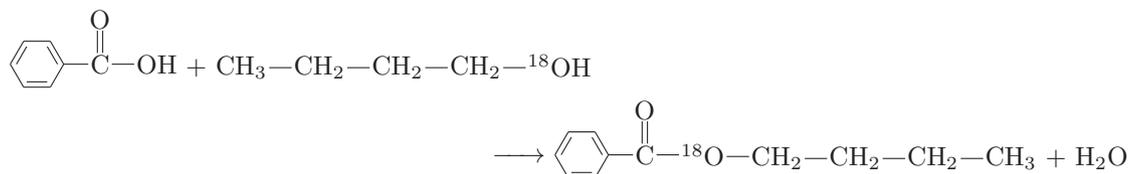


- 問 (2) (a) ②



解説

- 問 (1) (a) アルデヒドを酸化するとカルボン酸になる.
- (b) 安息香酸と1-ブタノールの反応は次の通り.



^{16}O を用いた通常の反応で生じる化合物B(安息香酸ブチル)の分子量は178だが、この実験で生じたBの分子量は180であることから ^{18}O は化合物Bに含まれていることがわかる。つまりエステル化における脱水反応では酸側から-OH、アルコール側から-Hが脱離していることが分かる。

- (c) 安息香酸は $\frac{3.05}{122} = 0.0250 \text{ mol}$ 、1-ブタノールは $\frac{7.03}{76} = 0.0925 \text{ mol}$ あるので生じるBの物質量の最大値は安息香酸の物質量と同じ0.025 molということが分かる。よって $0.025 \times 180 = 4.50 \text{ g}$ (Bに含まれる酸素原子は ^{18}O になっているので本文中の分子量を使用しなければならない.)
- (d) 平衡反応では反応温度、反応物や生成物の濃度、反応時間(短いと平衡に達しない)などの条件を変化させることで生成物の量が変化することから考察するとよい。

本問では温度が高いと別の物質(ジブチルエーテル)が生じ、反応物が減ることで平衡が左に傾き生成量が減ること、温度が高いと1-ブタノールが蒸発し容器の外に出て行ってしまふことから温度を上げ過ぎない必要があるという流れで答案を作成した。なお装置に還流冷却器を取り付け反応させることで反応物や生成物を反応系に戻すという工夫を書いても良いかもしれない。

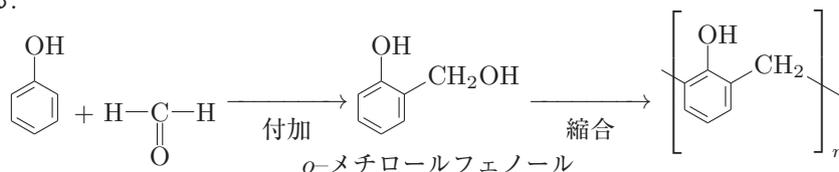
他に「この反応は平衡反応なので反応時間が短いと平衡に達しないため生成量が減ることから、十分な時間反応させる。」や「反応系に水が入ると平衡が移動し生成物が減るので、試薬を扱う際は水分が入らないよう素早く扱い、乾燥した実験器具を用いて実験を行う。」などの工夫も考えられる。

(e) まずジエチルエーテルは水より密度が小さいので上層がジエチルエーテル、下層が水になる。次に生じたBはエステル結合を持ち極性が小さいため水に溶けにくいので上層に存在する。アルコールは炭素数3までは水と任意の割合で混ざるが炭素数4の1-ブタノールになると疎水基の表面積が大きく疎水性が強くなるため、エーテルなどの有機溶媒に良く溶け、さらに水にも可溶になる。より多く存在する方を聞かれているので上層。安息香酸は炭酸より強い酸なので炭酸水素ナトリウムと弱酸遊離反応を起こし塩になる。塩は親水性が強いため下層に存在する。なお、安息香酸に対して炭酸水素ナトリウムは過剰に加えており、安息香酸は全て塩となっている。

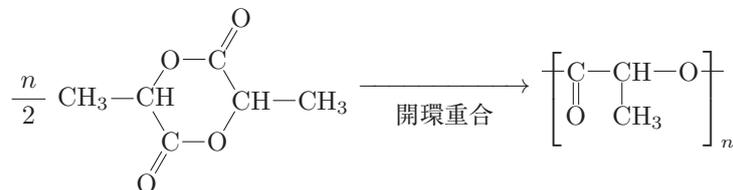
問(2) (a) 立体的な網目構造を持つ樹脂は熱硬化性樹脂に分類され、熱を加えても軟化しない。

- ① ポリエチレンテレフタレート (PET) 樹脂はテレフタル酸とエチレングリコールの縮合重合で作られる鎖状の高分子化合物である。
- ② シリコン樹脂はジクロロジメチルシラン $((\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2)$ などのケイ素化合物を加水分解して生じるシラノール類 $((\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OH})_2)$ などを縮合重合して得られたポリマーを架橋することで作られ、立体的な網目構造を持つ。
- ③ ポリカーボネート樹脂はカーボネート結合 $(-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-)$ を持つ樹脂の総称で、代表的なものにビスフェノール A とホスゲンの縮合重合で作られるものがある。CD や DVD の基盤などに使用されている。
- ④ フッ素樹脂 (テフロン) はテトラフルオロエチレンの付加重合で作られ、調理器具のコーティングなどに使用されている。
- ⑤ アクリル樹脂 (メタクリル樹脂) はメタクリル酸メチルの付加重合で作られ、有機ガラスなどに使用されている。
- ⑥ ポリプロピレンはプロピレンの付加重合で作られ、容器や繊維として広く利用されている。
- ⑦ ポリ塩化ビニルは塩化ビニルの付加重合で作られ、水道管や消しゴムなどに使用されている。

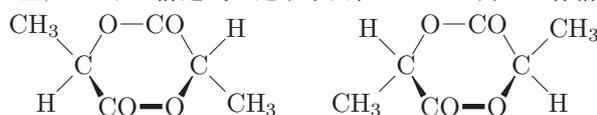
(b) フェノールとホルムアルデヒドを付加縮合する際に酸触媒を用いると、2つの物質の付加で生成するメチロールフェノールの縮合反応が起こりやすくなり、中間体として鎖状の重合体であるノボラックが生成する。これを砕いて硬化剤を加え加圧下で熱処理することで立体網目構造を持つフェノール樹脂が得られる。



(c) 問題で与えられたラクチド (ジラクチド) が開環重合することで、ポリ乳酸を得る。



(d) ラセミ体とは L 型と D 型の二つの鏡像異性体の等モル混合物のことである。ラクチド (ジラクチド) の組み合わせは (L 型, L 型), (D 型, D 型), (L 型, D 型) の 3 種類となる (六員環が点対称なので, (L 型, D 型) と (D 型, L 型) は以下の構造式の通り半回転させると同じ立体構造となる)。



(e) 重合体の重合度を n とすると、その中に存在する不斉炭素原子は n 個となり、立体異性体は 2^n 種類となる。したがって、 $2^n = 64 \iff n = 6$ となり、重合体の分子量は $90 \times 6 - 18 \times (6-1) = 450 = 4.5 \times 10^2$

講評

- I 問(1) [化学史と各種反応] (標準) ほとんどの受験生が知らない化学史の話でびっくりしたことだろうが、問題文を読むと答は容易に判断できただろう。ラボアジエの質量保存則は覚えておきたい。問われた反応式は次亜塩素酸の分解反応以外は重要反応式なので完答したい。
- 問(2) [赤血球に含まれる酸素] (標準) (a) は知識問題。(b) から (e) は計算問題だが、慣れないテーマで戸惑った受験生も多かったのではない。文章を丁寧に読解し必要な数値を拾っていく力が必要。計算も割り切れない値ばかりで、作業の精度も求められた。
- II [鉛の性質・溶解度積・鉛蓄電池] (標準) 鉛についての知識問題、 $PbSO_4$ の溶解度積を用いた溶液の濃度計算、鉛蓄電池の知識問題と放電時の電極および溶液の変化についての出題。[2] の [6] は溶液を混合した際に Pb^{2+} も SO_4^{2-} も濃度が小さくなることに気づかないと解けなかった。それ以外の問題については知識問題・理論計算問題ともに平易もしくは標準的で解きやすい問題であった。この大問でできるだけ落とさないで得点し、合格点に到達したい。
- III 問(1) [エステル生成の実験] (やや難) エステル化反応の反応機構と収率に関する問題。(a) は基本的な問題。(b) は本文の説明をよく読めば答えられる。(c) は酸素の同位体を用いていることに注意したい。(d) は色々な答が考えられ、答案を作りにくかった受験生が多かったと思われる。(e) に関しては、1-ブタノールが水より有機溶媒に対して良く解けることを知らなければ出来ないのが難しい。さらに溶媒のジエチルエーテルも有機化合物なので上層に来ることや、同位体を含む化合物は ^{18}O と忘れずに記す必要があるなど完答するのは難しい問題だった。
- 問(2) [合成樹脂] (やや難) (a), (b) とともに普段から図録などにしっかり目を通しておかないと答えられない知識問題で、自信を持って解答できた受験生は少ないのではない。(c) だけは確実に押さえた上で、(d) と (e) で差が付きそう。なお、(e) では数値の有効桁数が指定されていなかったため、計算に用いた数値から2桁と判断して解答したが、450 と整数値で答えても問題なさそうである。

例年同様に計算量が多かったが、IIIで受験生に馴染みの少ない知識問題が出題されていたりすることを考えると、それらの計算問題や有機の計算の出来具合で差が付きそうである。また、読解力や想像力が求められる出題が目立った。高得点は狙いづらく、内容は難化したと言えるだろう。一次合格の目標は55%程度。

本解答速報の内容に関するお問合せは

医学部進学予備校 **メビオ**

☎ 0120-146-156 受付 9:00~21:00(土日祝可)
大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
<https://www.mebio.co.jp/>



友だち追加で全科目を閲覧!
LINE 公式アカウント

◀ メビオの友だち登録はこちらから

医学部専門予備校 **YMS** ☎ 03-3370-0410
<https://yms.ne.jp/>

医学部専門予備校 **英進館メビオ** 福岡校 ☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

<< 2022 年度入試を最後まで走りきるために! >>

膨大な過去問分析データを反映、精度の高い的中問題!

金沢医科大学 [後期] 模試 2.11 (金)

科目 英/数 申込締切 2月8日(火) 20:00
会場 エル・おおさか 大阪市中央区石町2-5-3

関西医科大学 [後期] 模試 2.16 (水)

科目 英/数/化/生/物 申込締切 2月13日(日) 20:00
会場 AP 大阪茶屋町 大阪市北区茶屋町1-27

対象 医学部受験生・新高3生 料金 6,600円(税別)

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください



医学部 後期攻略講座

2月6日~3月7日 大阪/名古屋会場(金沢・藤田対策のみ)

大阪医科大学 テストゼミ/全2授業(大阪会場)

関西医科大学 全8授業(大阪会場)

近畿大学医学部 全8授業(大阪会場)

金沢医科大学 全8授業(大阪会場)(名古屋会場)

藤田医科大学 全4授業(大阪会場)/全6授業(名古屋会場)

久留米大学医学部 全8授業(大阪会場)

◆各講座の時間割・受講料・会場についてはHPでご確認ください

※内容は一部変更の可能性があります。時間割の詳細はHPでご確認ください

医学部進学予備校 **メビオ** フリーダイヤル ☎ 0120-146-156 【受付時間】 9:00~21:00

大阪府大阪市中央区石町 2-3-12 ベルヴォア天満橋
天満橋駅(京阪/大阪メトロ谷町線)より徒歩3分

2022年度より特待制度を新設します
条件によって学費を50~90%減免。
詳しくはお問い合わせください。